ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 MARS 1907.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les chaleurs de combustion et de formation de quelques principes immédiats azotés jouant un rôle physiologique.* Note de MM. **BERTHELOT** et **PH. LANDRIEU.**

Quelques échantillons bien définis d'hématine, d'hémoglobine et de bilirubine nous ayant été remis par M. Piettre, nous avons procédé à leur combustion par l'oxygène comprimé dans la bombe calorimétrique (garnie d'une feuille de platine).

1. *Hématine.* — Cristaux fins et brillants, violet foncé.

Séchés à 115° à l'étuve, dans un courant d'air desséché par P^2O^5, ils ont perdu 2,1 centièmes de leur poids.

D'après l'analyse de M. Piettre, le corps qu'il nous a remis contenait, à l'état sec :

C	64,0
H	5,1
Az	9,9
Fe	9,9
O, etc	11,1

On a fait une combustion sur $0^g,186$.

Chaleur de combustion rapportée à 1^g de matière { 5231^{cal} à volume const. / 5236^{cal} à pression const. }

l'état final étant CO^2, H^2O, oxyde magnétique de fer.

Cela fait pour 1^g de carbone (à pression constante) : 8181^{cal}.

Chaleur de formation pour 1^g de matière :

C diamine, H gaz, O, Az, Fe métallique... $+1691^{cal}$

2. *Bilirubine.* — Poudre brune non cristalline.

Séchée à 115°, dans les mêmes conditions que le corps précédent : perte de poids 1,9 centième.

Ce corps contenait, à l'état sec :

C	66,01
H	6,01
Az	9,03
O	18,95

Formule supposée :

$C^{16}H^{18}Az^{2}O^{4}$ 302

On a fait deux combustions dans la bombe calorimétrique, sur $0^{g},197$ et sur $0^{g},377$.

Les nombres obtenus, rapportés à 1^{g} de matière, sont :

6784 et 6791.

Moyenne : 6787 à volume constant ; 6793 à pression constante.

Ni soufre, ni fer.

Cela fait, pour 1^{g} de carbone : 10291^{cal}.

Pour la formule : $2051^{Cal},5$.

Chaleur de formation pour 1^{g} : $+1505^{cal}$.

Soit pour la formule : $454^{Cal},5$.

3. *Hémoglobine du cheval.* — Aiguilles brillantes, rouge foncé.

Ce corps séché à froid sur l'acide sulfurique (48 heures) a perdu 9,2 centièmes.

Séché à 115°, il a perdu 10,1 centièmes.

Trois combustions ont été opérées sur $0^{g},4761$, $0^{g},5170$, $0^{g},6158$ de matière desséchée seulement *à froid*.

Elles ont fourni, pour 1^{g} de matière : 5815^{cal}, 5829^{cal}, 5823^{cal}. Moyenne : 5822^{cal} à volume constant; 5826^{cal} à pression constante.

Mais il convient de rapporter ces nombres à la matière séchée à 115°, température à laquelle ont été effectuées les combustions du même corps, opérées il y a quelques années par MM. Berthelot et André et par M. Stohmann; ce qui donne : Chaleur de combustion

5889^{cal} à pression constante.

Or MM. Berthelot et André (*Ann. de Chim.*, 6e série, t. XXII, p. 33)

avaient trouvé en 1891

$5914^{cal},8$.

M. Stohmann (*J. für prak. Ch.*, t. XLIV, p. 353) a donné 5885^{cal}.
Il y a donc concordance suffisante entre toutes ces déterminations.
Rappelons l'analyse donnée par MM. Berthelot et André en 1891 :

C	55,48
H	7,30
Az	17,64
S	1,11
P	0,82
O	17,65

On en conclut : Chaleur de formation par les éléments 1091^{cal}.

PHYSIQUE. — *Phosphorescence des sels d'uranyle dans l'air liquide.* Note de M. HENRI BECQUEREL.

La découverte récente [1] de la résolution en bandes fines et multiples à une très basse température des bandes plus ou moins larges que présentent les spectres d'absorption de certains cristaux à la température ordinaire, phénomène qui paraît avoir une grande généralité, a pour conséquence immédiate l'existence de modifications analogues dans les bandes des spectres d'émission par phosphorescence de certains corps.

On sait en effet [2] que, pour les sels d'uranyle en particulier, il existe entre les bandes des spectres d'émission par phosphorescence et les bandes d'absorption un lien si intime que la répartition des bandes des deux spectres d'émission et d'absorption se fait suivant une même loi, l'un des groupes étant la continuation de l'autre, et présentant même deux bandes communes. Toute modification dans l'aspect de l'une des bandes, pour tel ou tel composé, se reproduit périodiquement dans toutes les autres bandes, soit du spectre d'émission, soit du spectre d'absorption.

---

(1) J. BECQUEREL, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 25 mars 1907, p. 420.
(2) E. BECQUEREL, *Mém. de l'Acad. des Sc.*, t. XL. — *Ann. de Ch. et de Phys.*, 5e série, t. X, p. 5, et H. BECQUEREL, *Comptes rendus*, t. CI, 1885, p. 1252.

Or si, pour l'un quelconque de ces composés d'uranyle, le spectre d'absorption se modifie sous l'influence d'une très basse température, il doit en être de même pour le spectre d'émission par phosphorescence.

L'expérience a confirmé cette prévision de la manière la plus complète.

Si l'on examine avec un spectroscope la lumière émise par divers sels d'uranyle éclairés par des rayons violets, et placés soit dans l'air, à la température ordinaire, soit dans l'air liquide, on constate que, dans les deux cas, ces spectres sont très notablement différents.

Dans le premier, les spectres se composent de bandes plus ou moins larges et diffuses, formant des groupements qui se succèdent régulièrement, et dont l'aspect a été décrit antérieurement ([1]).

Dans l'air liquide, les mêmes bandes ou groupements se subdivisent en bandes multiples qui deviennent parfois très fines; les bandes d'émission et les bandes d'absorption subissant toutes des modifications identiques.

Ainsi le nitrate d'urane, au lieu d'une série de bandes simples et floues à la température ordinaire, donne dans l'air liquide une série de doublets de bandes étroites et intenses, et entre ces doublets, qui occupent les mêmes places que les bandes primitives, il apparaît d'autres bandes beaucoup plus faibles.

Le sulfate double d'uranyle et de potasse, et surtout le chlorure double des mêmes métaux, donnent des groupes de bandes qui, dans l'air liquide, se résolvent en bandes fines et intenses groupées dans le même ordre dans chaque bande.

Le phénomène se manifeste non seulement dans les corps cristallisés, mais encore dans les verres d'urane. Sous l'influence de l'abaissement de température, un morceau de verre d'urane plongé dans l'air liquide donne un spectre de bandes notablement moins larges que dans l'air à la température ordinaire.

Le Tableau suivant donne, à titre d'indication, les longueurs d'onde des principales bandes des spectres d'émission par phosphorescence des sels d'uranyle cités plus haut, telles qu'on peut les déterminer d'après leurs positions sur l'échelle divisée d'un spectroscope. Je me propose de mesurer ultérieurement ces longueurs d'onde avec plus d'exactitude.

([1]) E. Becquerel, *Mém. de l'Acad. des Sc.*, t. XL. — *Ann. de Ch. et de Phys.*, 5e série, t. X, p. 5, et H. Becquerel, *Comptes rendus*, t. CI, 1885, p. 1252.

Nitrate d'uranyle.

Température ordinaire.	Dans l'air liquide.
bandes diffuses	636 trace
621-615	617,5-616,5 forte
	614,5-612,7
	610,4
	605,5-604,5
594-584	586,0-585,3 tr. forte
	583,7-583 id.
	578,2
	570,7
	563
	560
563-555	558,5-557,5 tr. forte
	555,8-554,8 id.
	549
	543,5
	537,5
536-528	532,7-532,0 tr. forte
	530,3-529,2 id.
	527,2
	524
	519
	513,7
	511,5
512-506	509,7-509 tr. forte
	507,4-507 id.
	501,8
	497,5
	492,5
489,3-485,5	490,3-489,6 forte

Sulfate double d'uranyle et de potasse.

Température ordinaire.	Dans l'air liquide.
	650 tr. faible
lueur jusqu'à	627
la bande	618,5-617,5 faible
615,5	615,5-614,5 forte
	603,9-594,5 lueur
lueur de 609	591 faible
à	589,5-588 faible
589-588,5	586,4-585,5 forte
	583
	576,3
	571,5
	569,5-567,4
lueur de 576	565-564,5 fine
à	562-561,2 forte
561,5-560	559,5-558,8 tr. forte
	588,6 fine
	541 trace
	543,8-541,6 trace
lueur de 551,5	538,6-538,2 faible
à	537-536 forte
536,5-535	535,2-534,1 fine
	533,8-533,7 tr. forte
lueur de 526	533,4 fine
à	514,2-513,4 moy.
513,5-513	512,8-512 faible
	511,8-511 tr. forte
lueur de 498,5	505,5-495,3 lueur
à	493,8-492,5 forte
493,5-492,5	491,4-490,6 forte

Chlorure double d'uranyle et de potassium.

Température ordinaire.	Dans l'air liquide.
640 -636	636
631,5	604 -602 forte
607 -604 tr. forte	580 faible
597,5-597	576,3-574 tr. forte
592	572,5-571,7 faible
577,6-574 tr. forte	569,5 tr. faible
570,9-569,5 faible	563,8-560 id.
565,5-561 trace	555,5 id.
lueur	554 -553 id.
551,5-548,1 tr. forte	549,6-547,7 tr. forte
545,8-543,4 moy.	546,5-546 forte-fine
540,4-538,3 faible	544 -543 trace
lueur	540,5-539,5 tr. faible
»	537,5-537 id.
»	536,4-535,8 id.
»	532,5-530,5 id.
»	530 -529 forte
527,5-524,7 tr. forte	525,5-524 tr. forte
522 -519,3	522,5-522,3 tr. forte
»	520,5-520 faible
517,3-515 faible	516,2-515,1 tr. faible
513 -510,3 faible	510,5-508,7 faible
508 trace	507,5-507 moy.
506,5 id.	505,0-503,0 tr. forte
506,0-503,5 moy.	501,5-501 moy.
500,5-498,6 moy.	499,2-498,7 faible

L'identité des modifications que présente chaque bande du spectre d'un même sel donne une nouvelle preuve de l'unité d'origine de toutes les bandes, soit dans le spectre d'émission par phosphorescence, soit dans le spectre d'absorption des composés d'uranium.

Le même phénomène ne se présente plus sous la même apparence avec les cristaux dont la phosphorescence est due à la formation ou à la destruction de composés dont les éléments multiples existent seulement à l'état de traces dans une matière qui joue le rôle de dissolvant solide. Ainsi le spectre de bandes qu'émet la chlorophane lorsqu'elle est excitée par des rayons cathodiques se modifie à basse température. La plupart des bandes s'affaiblissent, tandis que d'autres, telles que les bandes $604^{\mu\mu}$, $564^{\mu\mu}$ attribuables au samarium d'après M. Urbain, deviennent plus fines et conservent leurs intensités primitives.

Un échantillon de leucophane donnant par phosphorescence cathodique deux parties de spectre continu, l'une de $650^{\mu\mu}$ à $543^{\mu\mu}$, très intense et une autre bleu intense commençant à $493^{\mu\mu}$, donne à basse température presque exclusivement la région 627-600, avec un spectre bleu moins étendu et plus faible. La couleur de la lumière émise, qui est rosée à la température ordinaire, devient rouge par le refroidissement.

Ainsi, l'abaissement de la température, comme l'élévation de celle-ci ou comme la durée inégale de l'extinction observée avec le phosphoroscope, permet de mettre en évidence la différence d'origine de diverses bandes ou régions des spectres de phosphorescence dans certains corps, phosphorescence qui paraît accompagner la formation ou la destruction de composés chimiques inégalement stables à diverses températures.

Je reviendrai prochainement sur l'étude de ces phénomènes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Alcoolyse de l'huile de ricin.* Note de M. **A. Haller.**

Dans notre première Communication sur l'alcoolyse des corps gras, nous avons rappelé que Rochleder, dans le but de préparer la glycérine en partant de l'huile de ricin, a été le premier qui ait soumis un corps gras à l'action simultanée d'un alcool et d'acide chlorhydrique.

Nous avons repris cette étude, non seulement avec l'alcool éthylique, mais encore avec les alcools méthylique, propylique et isobutylique. De plus, au lieu d'opérer avec une solution saturée d'acide chlorhydrique, et de nous borner à isoler la glycérine, nous avons provoqué l'alcoolyse avec

des alcools renfermant 1 à 2 pour 100 d'acide, et nous nous sommes efforcé de séparer et étudier les différents éthers-sels qui prennent naissance au cours des opérations.

En raison de ses usages médicaux et industriels, l'huile de ricin est, parmi les matières grasses, une de celles qui ont fait l'objet de plus de recherches.

On admet généralement que cette huile renferme surtout de la *triricinoléine*, avec de petites quantités de *tristéarine* et de *tridihydroxystéarine*. Ajoutons que, suivant MM. Hazura et Grüssner (¹), il existerait dans l'huile deux acides ricinoléiques isomères.

La séparation, sous forme d'éthers-sels, des différents acides entrant dans la composition des glycérides, a été faite en chauffant l'huile avec de l'alcool méthylique.

On a opéré sur 1850g d'huile blanche dissoute dans 2400g d'alcool méthylique absolu renfermant 1 pour 100 seulement d'acide chlorhydrique. Le tout a été chauffé dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, pendant quelques heures, et, après refroidissement, versé dans un égal volume d'eau. La couche surnageante a été agitée une seconde fois avec une solution légèrement alcaline de carbonate de soude, décantée, desséchée sur du sulfate de soude anhydre et fractionnée dans le vide partiel.

Au début (sous une pression de 12^{mm}) il passe d'abord de l'alcool méthylique, puis le thermomètre monte jusqu'à 250°, température à laquelle il ne passe plus rien. Le résidu (250g), constitué par de l'huile de ricin non alcoolisé, est traité par une nouvelle quantité d'alcool méthylique acidulé, et soumis au même traitement que le produit primitif. Les éthers obtenus sont ajoutés aux portions passant à la température la plus élevée et soumis à une nouvelle rectification.

Nombreux ont été les fractionnements opérés sur les portions principales séparées dans la première distillation et nombreuses aussi ont été les analyses effectuées sur ces différentes fractions. Nous ne croyons pas devoir insister sur les multiples opérations auxquelles nous avons soumis les produits, opérations qui ont eu pour conséquence la perte par polymérisation d'une certaine quantité de ricinoléate. Nous nous bornons à donner les résultats obtenus :

Dans les portions passant au-dessous de 200° (sous 11^{mm}) nous avons pu isoler une petite quantité d'aldéhyde œnanthylique $C^7H^{14}O$ provenant ou bien de la décomposition de l'huile même, ou bien du dédoublement du ricinoléate de méthyle.

(¹) Hazura et Grussner, *Monatshefte für Chemie*, 18e série, t. IX, p. 475.

Les fractions distillant de 180° à 215° (sous 11^{mm}) sont ensuite examinées au polarimètre; on sépare celles dont le pouvoir rotatoire est le moins élevé, c'est-à-dire les plus riches en stéarate de méthyle inactif vis-à-vis la lumière polarisée, tandis que le ricinoléate est actif, et on les refroidit dans la glace. On isole de la sorte une masse blanche, qu'il suffit de recueillir et de purifier par une ou deux cristallisations dans l'alcool méthylique pour obtenir un produit fondant à 38° et ayant la composition de l'éther méthylstéarique.

Parmi les portions passant au-dessus de 220 ($H = 10^{mm}$), celle distillant de 225° à 227° possède une composition qui correspond exactement à celle du ricinoléate de méthyle.

Nous donnerons ses constantes un peu plus loin.

Les produits distillant au-dessus de 227° renferment de moins en moins de carbone. Soumis à un fort refroidissement, ils cristallisent partiellement et les cristaux, après purification au sein de l'alcool méthylique, ont la composition et le point de fusion 107°-108° du *dioxystéarate de méthyle* préparé jadis par M. Juillard (1) en éthérifiant l'acide dioxystéarique, extrait de l'huile de ricin, au moyen de l'alcool méthylique et de l'acide sulfurique. Ce dioxystéarate était complètement inactif.

Ethanolyse de l'huile de ricin. — Conduite avec 500^{g} d'huile et 1000^{g} d'alcool éthylique absolu, acidulé par HCl, cette opération a donné des résultats analogues à ceux que nous venons de décrire. Ici encore il est resté environ 160^{g} d'huile non alcoolysée qui a été chauffée avec une nouvelle quantité d'alcool acidulée à 1 pour 100 d'acide. Il a même fallu faire le même traitement sur un résidu provenant de cette seconde opération.

Tous les éthers réunis et séchés ont été soumis à un fractionnement et l'on a recueilli les portions passant de 220° à 250° sous 15^{mm}. La portion la plus considérable est celle qui passe dans ces conditions entre 232° et 234°. On la rectifie une seconde fois et l'on recueille le liquide distillant à 227°-230° sous 10^{mm}. Il donne à l'analyse des chiffres correspondant exactement à ceux du *ricinoléate d'éthyle*. Les fractions supérieures laissent déposer des cristaux que nous n'avons pas isolés.

La *propanolyse* de l'huile de ricin a été effectuée avec de l'alcool propylique normal renfermant 1 pour 100 d'acide chlorhydrique.

Ici encore nous nous sommes borné à analyser la portion principale

(1) Juillard, *Bull. Soc. chim.*, 3me série, t. XIII, p. 239.

de l'éther obtenu, c'est-à-dire celle passant de 233° à 236° sous 11^{mm}. Elle possède la composition du *ricinoléate de propyle.*

L'*isobutanolyse* a été opérée sur 150^g d'huile, dissous dans 300^g d'alcool isobutylique, et le mélange a été chauffé pendant 12 heures au bain de chlorure de calcium, après avoir été additionné de 3^g à 4^g d'acide chlorhydrique. La solution homogène fut lavée avec de l'eau, puis avec une solution alcaline, séchée et distillée dans le vide partiel.

La majeure partie du produit a passé entre 239 et 241 sous 10^{mm}, et le liquide ainsi obtenu était du *ricinoléate d'isobutyle.*

Nous allons résumer, dans le Tableau suivant, les principales constantes physiques déterminées sur différents ricinoléates isolés :

Nom de l'éther.	E sous 10^{mm}.	D^{15}.	α.	$[\alpha]_D$.	$[\alpha]_D \times$ M.	n_D^{15}.	P.R.M. observé.	P.R.M. calculé.
Ricinoléate de méthyle....	225-227	0,927	+9°.21'	+5°. 2'	1569,36	1,4645	92,97	92,37
» d'éthyle.......	227-230	0,918	+8.50	4.48	1551,76	1,4630	97,58	96,97
» de propyle-*n*..	233-236	0,912	+8.23	4.35	1557, 2	1,4624	101,92	101,57
» d'isobutyle....	239-241	0,908	+7.57	4.22	1543,44	1,4621	107,19	106,78

Conclusion. — Cette étude montre que l'alcoolyse de l'huile de ricin permet d'isoler et de caractériser, sous la forme d'éthers sels des alcools saturés, les divers acides entrant dans la constitution de cette huile. Elle confirme donc les données fournies par les différents auteurs sur la présence, dans ce produit, des glycérides des acides stéarique, ricinoléique et dihydroxystéarique. Les conditions dans lesquelles on peut saisir ce dernier ne laissent plus aucun doute sur sa préexistence dans l'huile, sa formation ne pouvant être due au traitement du corps gras par l'alcool et l'acide chlorhydrique. Ces résultats sont d'accord avec ceux publiés par M. Juillard [1] qui, contrairement à Benedikt [2], admit également la préexistence de cet acide déhydroxylé, alors que ce dernier crut qu'il se formait au cours du traitement de l'huile par l'acide sulfurique. Nos recherches ne nous permettent, par contre, pas de nous prononcer sur la présence, dans l'huile, de deux ricinoléines isomères, comme le veulent MM. Hazura et Grüssner [3]. Jusqu'à présent, l'oxydation en milieu acétonique au moyen du permanganate de potasse ne nous a fourni, avec le ricinoléate de méthyle, qu'un éther trioxystéarique $C^{19}H^{38}O^5$ fondant nettement à 87°, alors

(1) Juillard, *loc. cit.*

(2) Benedikt, *Monatsh. für Chemie,* t. VIII, 1887, p. 217.

(3) Hazura et Grussner, *Monatshefte für Chemie,* t. IX, 1888, p. 475.

que les auteurs précités ont obtenu deux acides trioxystéariques isomères par oxydation de l'acide ricinoléique liquide.

Action de la chaleur sur les ricinoléates de méthyle et d'éthyle. Préparation de l'aldéhyde œnanthylique et des éthers undécyléniques. — Au lieu de préparer l'aldéhyde $C^7H^{14}O$ par distillation sèche de l'huile de ricin à la pression ordinaire (Bussy et Lecanu) ou sous pression réduite (Krafft), nous avons tenté de produire ce composé en soumettant les éthers ricinoléiques purs à l'action de la chaleur sous la pression normale.

Le dédoublement s'effectue suivant l'équation :

$$\underbrace{C^{18}H^{33}O^3R}_{\text{Éther ricinoléique.}} = \underbrace{C^7H^{14}O}_{\text{Heptanal.}} + \underbrace{C^{11}H^{19}O^2R,}_{\text{Éther undécylénique.}}$$

en donnant de l'éther undécylénique et l'aldéhyde cherchée.

Nous avons opéré sur les éthers méthylique et éthylique et, pour avoir de bons rendements, nous avons dû soumettre le produit, recueilli une première fois, à une seconde distillation. On agite alors le liquide avec une solution de bisulfite de soude, qui se combine à l'heptanal, et la masse cristalline est épuisée à l'éther. La solution éthérée fournit, après distillation, un résidu d'undécylénate de méthyle ou d'éthyle.

Avec le ricinoléate de méthyle, on obtient, en heptanal, 62 pour 100 de la théorie et, avec l'éther éthylique, le rendement est de 50 pour 100.

Or, le rendement, d'après la méthode de Krafft, ne dépasse pas 10 à 12 pour 100 du poids de l'huile employée.

Quant aux éthers undécyléniques, on obtient, dans le premier cas, 40 pour 100 de la théorie et, dans le second, 32 pour 100.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'épuration des eaux d'égout*. Note de MM. A. MUNTZ et E. LAINÉ.

Par suite du développement des agglomérations urbaines et des établissements industriels, l'évacuation des eaux d'égout est devenue un problème social de premier ordre et une préoccupation permanente pour les municipalités et les pouvoirs publics.

Produites en quantités d'autant plus grandes que les progrès de l'hygiène et du bien-être s'accentuent davantage, elles se présentent aujourd'hui sous des volumes énormes et, charriant les résidus de la vie et de l'acti-

vité humaine, elles sont le siège de phénomènes putrides et de germes de maladies contagieuses.

Pendant longtemps, on les a laissées se déverser dans les cours d'eau, qu'elles souillaient au point de compromettre la sécurité des populations riveraines situées en aval.

Plus récemment, on a eu la pensée de les rendre inoffensives par leur épandage sur les terrains agricoles. Ceux-ci, en effet, lorsqu'ils se trouvent dans de bonnes conditions de perméabilité et d'aération, sont le siège d'actions microbiennes d'une grande énergie, qui minéralisent les éléments organiques putrescibles, éliminent les organismes dangereux et produisent ainsi l'épuration. Les eaux, auparavant si impures, peuvent alors, sans grand inconvénient, se mélanger aux eaux des rivières et des nappes souterraines. Le point de vue purement agricole de cette opération n'est pas moins important : chargées de matériaux qui sont des aliments pour les plantes, les eaux d'égout constituent un véritable engrais.

Elles agissent, en outre, en tant qu'eaux d'arrosage et, à ce double titre, employées judicieusement, elles augmentent considérablement la fertilité des sols. L'épandage agricole répond donc au côté hygiénique du problème, comme au côté économique, quand il peut être appliqué dans des conditions satisfaisantes. Mais ce n'est pas toujours le cas; on peut même dire que c'est rarement le cas. Il faut, en effet, pour obtenir l'épuration en même temps que l'utilisation agricole de ces eaux résiduaires, des surfaces de terrains très grandes, des sols suffisamment perméables pour permettre aux phénomènes biologiques d'oxydation de se produire; mais non fissurés, ni d'une perméabilité trop grande pour laisser les eaux s'écouler avant leur épuration complète; des sous-sols incapables de retenir l'eau à l'état stagnant.

Ces conditions multiples ne sont pas souvent réunies; l'épuration agricole est donc aléatoire et son emploi tend à se restreindre. Aussi a-t-on cherché des procédés qui sacrifient le côté agricole et qui n'ont pour but que de rendre inoffensives pour la santé publique, à mesure de leur production, la masse des liquides souillés produits dans les villes et les centres industriels. On s'est adressé encore à une épuration biologique, analogue à celle qu'opère la terre elle-même, mais en l'exaltant de manière à obtenir, sur des surfaces restreintes, ces phénomènes d'oxydation par intervention microbienne pour lesquels de vastes étendues sont nécessaires quand on emploie l'épandage sur les terres.

C'est dans ce sens surtout que se poursuivent les études depuis quelques

années; des résultats importants ont été obtenus et des applications heureuses ont été faites, principalement en Angleterre et aux États-Unis.

Une amélioration notable a été réalisée par l'adoption des fosses septiques, dans lesquelles on fait subir aux eaux d'égout une fermentation anaérobie préalable, modifiant les matières organiques et les rendant plus aptes à s'oxyder ensuite sous l'influence des organismes aérobies, qui les détruisent en les minéralisant. Ce système, préconisé par M. Dibdin et par d'autres expérimentateurs, a fait l'objet d'études du plus haut intérêt de la part de M. Calmette ([1]), à la Station de la Madeleine, à Lille.

L'intensité des phénomènes d'oxydation, principalement attribuables aux bactéries nitrifiantes, est le facteur essentiel de l'épuration. Au cours de nos travaux sur la nitrification intensive, nous avons constaté que la tourbe formait pour les organismes nitrifiants un support incomparablement supérieur à ceux qu'on avait mis en œuvre auparavant, et, dès ce moment, nous avons cherché à appliquer cette aptitude spéciale de la tourbe à l'épuration des eaux d'égout ([2]).

Nous rendons compte aujourd'hui des premiers résultats que nous avons obtenus, et qui montrent la possibilité d'établir des champs bactériens à base de tourbe, ayant une puissance d'épuration extrêmement grande.

Le dispositif expérimental que nous avons adopté consiste en un tuyau de grès de $0^m,35$ de diamètre et de $0^m,50$ de hauteur, rempli de fragments de tourbe spongieuse, prise dans les tourbières de la Somme, et que l'on avait préalablement mélangée de craie en poudre, pour en saturer l'acidité, et d'un peu de terreau de jardinier, pour l'ensemencer d'organismes nitrifiants actifs. Ce système était placé sur un lit de gravier permettant l'écoulement des liquides épurés et la circulation de l'air. L'eau d'égout était déversée sur la tourbe par intermittences rapprochées et répartie par un tube de plomb percé de trous.

Nos premiers essais ont été effectués sur l'eau prélevée dans l'égout de la rue Pascal, contenant principalement l'eau de la Bièvre, souillée par les résidus des tanneries. Les suivants l'ont été sur l'eau de l'égout collecteur de la rive gauche, prise à la rue Geoffroy-Saint-Hilaire, qui reçoit l'eau de la Bièvre, celle des égouts de Gentilly et des 12e, 13e et 15e arrondissements, provenant ainsi de quartiers plus industriels que populeux. Ces

([1]) *Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout*, t. I, 1905 et t. II, 1907.

([2]) Dès le 5 juin 1906, nous avons annoncé que nous poursuivions nos études dans ce sens (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1241).

eaux, très chargées, étaient transportées dans des barriques; elles traversaient d'une façon continue deux bonbonnes de 60^{l}, servant de fosses septiques et où elles subissaient une fermentation anaérobie, généralement très avancée, et se répandaient ensuite, à raison de 1$^{m^3}$ à 1$^{m^3}$,250 par jour et par mètre carré de surface, sur le champ de tourbe. Voici les résultats (exprimés en milligrammes par litre) que nous avons obtenus avant, c'est-à-dire au sortir des fosses septiques, et après le passage sur la tourbe :

Dates.	27 juin.		29 juin.		3 juillet.		4 juillet.		10 juillet.		13 août.	
Volume passé par mètre carré de tourbe en 2 heures...........	1250^{l}		1250^{l}		1250^{l}		1000^{l}		1000^{l}		1000^{l}	
	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.
	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.
Azote ammoniacal...	40,9	1,3	34,3	1,5	30,66	2,8	30,8	1,0	29,3	1,7	24,4	0,1
Azote organique.....	non dosé.		5,5	1,3	5,1	1,4	6,7	0,7	non dosé.		1,9	1,0
Azote nitrique.......	0,0	17.5	0,0	12,1	0,0	12,8	0,0	15,4	non dosé.		non dosé.	
Oxydabilité en permanganate acide ..	74,0	18,4	74,0	17,8	105,0	17,4	100,0	14,2	163,0	21,0	87,0	12,8
Oxydabilité en permanganate alcalin.	58,0	16,6	47,1	13,5	96,0	15,2	102,0	15,0	non dosé.		70,0	11,7

Ces résultats méritent qu'on s'y arrête. Pendant ce rapide passage sur un lit de tourbe constituant un champ bactérien d'une grande énergie oxydante, l'ammoniaque a disparu presque en totalité; l'azote organique a diminué des $\frac{4}{5}$; la somme des matières carbonées, exprimée d'après la quantité d'oxygène nécessaire à sa combustion, est tombée au $\frac{1}{5}$ et au $\frac{1}{6}$.

En partant d'eaux d'égout extrêmement chargées, on peut donc arriver rapidement à une bonne épuration, même avec une faible épaisseur de la couche de tourbe. L'activité des ferments oxydants, fixés sur ce support, et spécialement de ceux qui transforment l'ammoniaque en nitrates, s'est donc montrée ce que nous faisaient prévoir nos précédentes recherches sur la nitrification intensive.

L'absence des nitrites, constatée d'une manière constante, dénote la marche régulière de l'oxydation et montre qu'à aucun moment un processus de réduction n'est intervenu.

En augmentant l'épaisseur de la couche, on peut arriver à la disparition totale de l'ammoniaque.

Le mode opératoire que nous avons adopté se rapproche du système des lits bactériens percolateurs, auxquels M. Calmette a reconnu une véritable supériorité, mais en diffère par la substitution de la tourbe aux scories, par

le mode d'arrosage qui est à intermittences très rapprochées pouvant se comparer à un arrosage continu.

On sait que la tourbe retient de grandes quantités de liquides, à la manière d'une éponge; ceux que l'on déverse à la partie supérieure des couches qu'elle forme ne s'écoulent donc pas directement, comme avec les scories; ils déplacent ceux qui imprégnaient la tourbe, de telle sorte que l'eau chemine lentement à travers la matière spongieuse, multipliant les contacts avec les bactéries qui y sont fixées et avec l'oxygène de l'air qui circule entre les interstices des morceaux de tourbe.

Les liquides évacués sont d'une limpidité parfaite; mais, vus en grande masse, ils présentent une légère teinte ambrée, qui provient de la dissolution d'une trace de la matière humique de la tourbe. On sait que cette matière humique est à peu près inaltérable et que par suite sa présence n'a aucun inconvénient.

Si l'on opère sur des eaux bien décantées en fosse septique, le lit bactérien de tourbe peut fonctionner presque indéfiniment; à la longue cependant, la partie supérieure peut se colmater et devenir moins perméable; en l'enlevant et la remplaçant par de la tourbe fraîche, ou en la mélangeant aux couches sous-jacentes, on rend au lit bactérien toute son activité.

Nos essais ont principalement été effectués pendant la période d'été, c'est-à-dire à une époque favorable aux actions microbiennes. Mais nous savons par nos propres recherches, comme par celles de M. Calmette ([1]), que, lorsque la nitrification est en bonne marche, les abaissements de la température n'ont pas une grande influence sur le fonctionnement des organismes nitrifiants. Nos résultats peuvent donc être généralisés.

Il est à remarquer que l'azote ammoniacal disparu ne se retrouve qu'en partie à l'état de nitrate. Plus de la moitié de cet azote échappe à la nitrification et se dégage à l'état gazeux, ce qui fait croire qu'il faut compter non seulement avec l'intervention des bactéries nitrifiantes, mais aussi avec celle d'organismes produisant une combustion simple, se bornant à la formation d'acide carbonique, d'eau et d'azote libre.

Nos recherches se continuent; mais nous avons dès maintenant la possibilité d'épurer, sur des surfaces restreintes de lits bactériens de tourbe, les volumes énormes d'eaux polluées produites dans les agglomérations humaines et les établissements industriels.

([1]) *Épuration biologique des eaux d'égout*, t. II, p. 12.

ZOOLOGIE. — *A quel moment et comment s'oblitèrent les cavités pleurales des Éléphants ?* Note de M. ALFRED GIARD.

Mme M. Phisalix a parfaitement compris l'importance, au point de vue de la Biologie générale, de la question des cavités pleurales des Éléphants qui, au premier abord, semblerait une affaire de pure curiosité (1). Je la remercie de la réponse qu'elle a bien voulu faire à ma demande et qui peut être résumée de la façon suivante :

1° Une cavité pleurale a été constatée sûrement : *a.* chez un fœtus d'Éléphant d'Asie et *b.* chez un individu *nain*, Éléphant d'Asie également, qui mourut il y a peu de temps, chez Bostock, à l'âge de 14 ans (2).

2° Chez les Éléphants normaux et adultes, la pleurésie est une maladie très fréquente, presque constante en Europe et due sans doute aux mauvaises conditions de la captivité. Elle aboutit à une oblitération plus ou moins complète des cavités pleurales de ces animaux.

A. Encore bien qu'elle pût être prévue en quelque sorte *a priori*, la première partie de cette réponse est fort intéressante et mérite qu'on en fasse ressortir la signification.

Il est très certain que la soudure des plèvres chez les Éléphants n'est pas un phénomène primitif et que la disposition ordinaire commune à tous les Mammifères devait vraisemblablement se rencontrer chez le fœtus et, sans doute aussi, chez les nains, qui sont, comme on sait, des individus atteints d'un infantilisme permanent plus ou moins accentué (3).

Néanmoins, il était très utile que cette vérification fût faite et je m'applaudis d'y avoir contribué (4).

---

(1) M. PHISALIX, *Les Éléphants ont-ils une cavité pleurale ?* (*Comptes rendus*, 25 février 1907, p. 448).

(2) Le fait du *nanisme* de cet Éléphant n'est pas consigné dans la Note de Mme Phisalix, mais M. E. Perrier a pris justement soin de le rappeler en présentant cette communication à l'Académie.

(3) Voir notamment sur ce point les travaux suivants de L. CAPITAN : *Trois cas d'arrêt de développement* (*La Médecine moderne*, 14 oct. 1893). — *Le nanisme et le gigantisme considérés comme des arrêts de développement* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 17 janvier 1903, p. 63).

(4) Les fœtus d'Éléphants sont excessivement rares dans les collections. On n'en cite

En ce cas, comme en beaucoup d'autres exemples de transformation dégénérative, nous trouvons une application de la loi biogénétique fondamentale. L'ontogénie répète la phylogénie suivant le principe bien connu de Serres et de Fritz Müller. L'oblitération des cavités pleurales est un processus cœnogénétique et si, comme cela paraît à peu près démontré, ce processus est moins complet chez l'Éléphant d'Afrique que chez l'Éléphant d'Asie, c'est que le genre *Loxodon*, auquel appartient le premier, est phylogénétiquement plus ancien que le genre *Elephas* [1].

J'ajouterai qu'en ce qui concerne le cas de Sahib il eût été nécessaire de préciser plus exactement à quelle espèce appartenait cet Éléphant. La désignation générale de *Loxodon africanus* ne peut satisfaire aujourd'hui les mammalogistes. Matschie a distingué parmi les Éléphants d'Afrique plusieurs formes spécifiques nettement séparées et dont certaines peuvent même être reconnues à l'état fœtal; telles le *Loxodon cyclotis* Matsch. du Kameroun et de l'Afrique occidentale et le *Loxodon oxyotis* Matsch. de la région soudanaise [2].

B. La seconde partie de la réponse de Mme Phisalix est, à mon avis, moins satisfaisante.

Dans ma précédente Communication [3], à l'appui du fait de l'oblitération des cavités pleurales chez les Éléphants, j'ai cité de mémoire les anatomistes, d'ailleurs très compétents, qui ont, dans ces dernières années, constaté cette curieuse disposition ou qui même l'ont intentionnellement recherchée dans les autopsies.

Je me suis demandé depuis quelle était, en la matière, l'opinion des praticiens, de ceux surtout qui, en raison de leur situation, avaient eu fréquemment l'occasion de soigner des Éléphants.

Il semble bien que ceux-ci n'ont pas attendu les travaux des anatomistes modernes pour croire à l'absence des cavités pleurales des Éléphants *observés dans leur pays d'origine*.

---

guère plus de trois ou quatre dans les musées d'Europe. Je me félicite donc d'en avoir fait sortir un des bocaux du Muséum.

(1) H.-F. Osborn a montré que c'est en Afrique qu'il faut placer le centre de radiation des *Proboscidea* (Eocène moyen) et des *Hyracoidea* (Eocène supérieur).

(2) E. Lönnberg, *Demonstration eines Fœtus von Westafrikanischen Elephanten*, 6e Congrès international de Zoologie, Berne, 1904, p. 323.

(3) A. Giard, *L'Éléphant d'Afrique a-t-il une cavité pleurale?* (*Comptes rendus*, 11 février 1907, p. 306).

Un vétérinaire anglais, G.-H. Evans, qui a séjourné plus de 12 ans en Birmanie, a publié sur les maladies des Éléphants un Traité traduit récemment en français par M. J. Claine, alors consul de France à Rangoon [1].

Cet Ouvrage est antérieur de plusieurs années au Mémoire du professeur Boas. Il résume les recherches de Gilchrist, de Sanderson, de Hawkes, de Steel, etc., qui se sont occupés antérieurement de la pathologie des Proboscidiens. Or, Evans ne prévoit même pas l'existence de la pleurésie dans le tableau qu'il trace de la nosographie des Éléphants :

Le thorax, dit-il (p. 100 et 101), est profond et étroit. Il offre cette particularité qu'il ne possède pas de cavité intermédiaire entre ses parois et les poumons pour la raison que ces organes y sont adhérents : en un mot, il n'y a pas de plèvre. Ceci est complètement différent de ce qui se passe avec les poumons dans la plupart des Mammifères où, quoiqu'en contact avec les parois, il n'y ont aucune attache. De ce côté, l'Éléphant ressemble aux Oiseaux.

Ce dernier rapprochement est inexact. Chez les Oiseaux, l'absence de plèvre sur une grande partie du poumon est une disposition primitive. La séreuse ne recouvre que la partie ventrale et postérieure des poumons : elle ne s'étend pas du côté dorsal. Chez les Éléphants, au contraire, la plèvre est complète, mais elle s'oblitère dans toute son étendue chez l'Éléphant d'Asie adulte, presque partout chez l'Éléphant d'Afrique. On ne doit pas dire qu'*il n'y a pas de plèvre,* mais que la plèvre est oblitérée.

Evans cherche à expliquer cette particularité par le genre de vie de l'Éléphant, qui, dit-il, l'oblige rarement à respirer et par son organisation qui nécessite peu d'oxygénation du sang. C'est là une opinion très discutable; mais, en fait, la soudure des deux feuillets, viscéral et pariétal, de la séreuse paraît bien être le résultat d'une sorte d'ankylose due au non usage.

Qu'il y ait une ressemblance très grande et même une presque identité histologique entre certains processus dégénératifs normaux et leurs correspondants pathologiques, c'est une chose indiscutable. Mais ce qui permet, à mon sens, de distinguer le normal du pathologique, c'est que la dégénération normale n'entraîne pas de conséquences graves pour la vie du sujet affecté et s'accomplit sans troubles apparents.

Si l'accolement des plèvres n'était pas un phénomène normal, mais résultait, comme le croit Mme Phisalix, d'une pleurésie adhésive, on ne s'ex-

---

(1) G.-H. Evans, *Traité sur les Éléphants, leurs soins habituels et leur traitement dans les maladies,* traduit par Jules Claine. Paris, Reinwald, 1904.

pliquerait pas l'absence des déformations thoraciques ou même rachidiennes qui accompagnent si souvent les rétractions consécutives à la soudure chez les individus jeunes atteints de pleurésie ([1]).

On devrait rencontrer aussi, surtout chez les Éléphants âgés, les importantes modifications que les pathologistes et notamment E. Lancereaux ont signalées dans les néomembranes pleurales des pleurites prolifératives ou pleurésies sèches générales, modifications qui apparaissent au bout d'un laps de temps relativement court et qui consistent soit en une stéatose, soit en une calcification des fausses membranes ([2]).

Pour moi, le processus qui amène la disparition graduelle de la cavité pleurale chez les Éléphants me paraît d'ordre normal et, d'une manière très générale, je le comparerais volontiers, *mutatis mutandis*, à la disparition de la cavité cœlomatique au cours de l'évolution de certains Métazoaires inférieurs ou encore aux phénomènes souvent d'aspect semi-pathologique qui s'observent dans la nécrobiose phylogénique des animaux à métamorphoses ([3]). Il reste, bien entendu, à étudier de près les différentes phases du processus chez les diverses espèces d'Éléphants.

A l'occasion de la Note de M. *Giard*, M. **Edmond Perrier** demande la parole et s'exprime de la façon suivante :

Je constate avec plaisir que l'accord est aujourd'hui complet entre M. Giard et Mme Phisalix. J'ai signalé que l'Éléphant d'Asie dont les viscères sont au Muséum était nain parce que le nanisme peut effectivement entraîner quelques dispositions anormales. Mais ces dispositions ne relèvent pas toujours de l'infantilisme et l'Éléphant dont il s'agit était encore beaucoup plus gros qu'un Rhinocéros; il serait peut-être imprudent d'attribuer au nanisme seul la persistance de la cavité pleurale chez lui; d'autant plus

---

([1]) M. le professeur St. Leduc a émis récemment à ce sujet des idées qui me semblent parfaitement justes et dont il y a lieu de tenir compte. [*Voir* St. Leduc, *Les ions et la médication ionique* (*Monographies cliniques*, n° 48, p. 32.)]

([2]) E. Lancereaux, *Traité d'anatomie pathologique*, t. II, 1879-1881, p. 250-251.

([3]) Pour ne rien laisser dans l'ombre de ce qui est relatif à la mort de Sahib, j'ajouterai que, d'après un naturaliste que j'ai tout lieu de croire bien renseigné, cette mort serait due à des lésions athéromateuses du cœur ayant amené un état de déchéance dont la congestion pulmonaire n'a été que le phénomène ultime en quelque sorte inévitable [*La mort de Sahib, l'Éléphant d'Afrique du Muséum* (*Revue scientifique*, 23 février 1907, p. 250)].

que Blair ne dit nullement que l'Éléphant de l'Inde chez qui il a constaté la même disposition fût anormal.

Il paraît incontestable que la cavité pleurale est très fréquemment oblitérée chez les Éléphants indiens, mais il est certain aussi qu'elle ne l'est pas toujours. Cette oblitération est-elle un phénomène normal? Est-elle un héritage d'un phénomène autrefois pathologique et très fréquent? Est-elle actuellement pathologique ? Ce n'est pas par des raisonnements ou des assimilations qu'il est possible de répondre à ces questions. Il faudrait recommander aux vétérinaires et aux médecins qui ont l'occasion de faire, en Afrique ou dans l'Inde, des autopsies de ces animaux, de recueillir sur la soudure des deux feuillets pleuraux toutes les observations précises qu'ils pourraient faire en notant soigneusement, s'il s'agit d'un Éléphant domestique, l'âge de l'animal et les conditions dans lesquelles il a vécu. Il sera difficile de leur demander de noter laquelle des prétendues espèces africaines ils ont eue sous les yeux. Les mammalogistes morcellent beaucoup, en ce moment, les espèces africaines, en général; la notion de race géographique tend à être confondue par eux avec celle d'espèce, et il est fort douteux qu'entre ces espèces secondaires dont le nombre s'accroît si rapidement, on puisse découvrir la moindre différence d'organisation interne. Les Éléphants d'Afrique vivant en troupeaux séparés, ne se mélangeant, dit-on, jamais, se prêtent particulièrement au développement de variations héréditaires, caractérisant des formes auxquelles, en l'absence du criterium de la fécondité indéfinie des produits, on peut à volonté donner le nom d'*espèces* ou celui de *races*. Personne ne contestera l'intérêt qu'il y aurait à rechercher si ces variations s'étendent jusqu'aux rapports des deux feuillets de la plèvre, mais le problème a des chances de demeurer longtemps en suspens.

M. Giard tient d'un zoologiste, qu'il a toutes raisons de croire bien renseigné, que Sahib est mort d'une congestion pulmonaire due à l'état de son cœur. Je suis peut-être plus exactement renseigné que personne, ayant examiné moi-même, à diverses reprises, l'état de ce cœur en compagnie de médecins qualifiés et il ne dépendait que de M. Giard lui-même d'être mieux renseigné que le zoologiste dont il parle, puisque le viscère incriminé est conservé dans mon laboratoire. Le péricarde est tout à fait normal; le ventricule droit est dilaté, en raison de la congestion pulmonaire intense; les valvules auriculo-ventriculaires, les valvules sigmoïdes pulmonaires, la myocarde du ventricule gauche, la crosse de l'aorte sont en parfait état. Seule une des valvules sigmoïdes aortiques présente

quelques plaques d'athérome dont la grandeur varie de celle d'une lentille à celle d'une pièce de cinquante centimes, la valvule elle-même égalant presque la grandeur de la main. Je laisse aux praticiens de décider si ces lésions étaient suffisantes pour déterminer les accidents ultimes auxquels a succombé Sahib.

M. **A. de Lapparent** fait hommage à l'Académie de la *Notice nécrologique* qu'il a consacrée à *Alfred Potier*.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Petit-d'Ormoy (*Sciences mathématiques pures et appliquées*). — MM. Jordan, Darboux, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert.

Commission chargée de juger le concours du prix Petit-d'Ormoy (*Sciences naturelles*). — MM. Van Tieghem, Gaudry, Bornet, Guignard, Perrier, Delage, Giard.

Commission chargée de juger le concours du prix Pierson-Perrin. — MM. Berthelot, Mascart, Becquerel, Lippmann, Violle, Amagat, Gernez.

Commission chargée de présenter une question de Grand Prix des Sciences mathématiques, pour l'année 1910. — MM. Jordan, Darboux, Poinçaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert.

Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (*Sciences physiques*), *pour l'année* 1910. — MM. Berthelot, Van Tieghem, Gaudry, Schlœsing père, Troost, Bouchard, Perrier.

Commission chargée de présenter une question de prix Fourneyron, pour l'année 1910. — MM. Maurice Levy, Darboux, Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie Royale des Sciences de Suède** invite l'Académie à se faire représenter par un de ses Membres aux fêtes par lesquelles on célébrera, le 25 mai 1907, le deux-centième anniversaire de la naissance de *Linné*.

L'**American philosophical Society** adresse à l'Académie le premier Volume de l'Ouvrage intitulé : *The Record of the Celebration of the two hundredth Anniversary of the Birth of Benjamin Franklin*.

L'**Académie des Sciences, Lettres et Beaux-Arts de Marseille** adresse à l'Académie l'expression de ses sentiments de profonde condoléance à propos de la mort de M. *Moissan*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *L'Électricité considérée comme forme de l'énergie*, par le Lieutenant-Colonel E. Ariès. (Présenté par M. Amagat.)

2° *Essais de Jean Rey, docteur en Médecine*, édition nouvelle avec commentaire, publiée par Maurice Petit.

3° *Conclusions des Sciences sociales*, par René Worms. (Présenté par M. A. Giard.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formules d'addition des fonctions sphériques*. Note de M. **Niels Nielsen**, présentée par M. Émile Picard.

L'équation différentielle des fonctions métasphériques

$$(1) \qquad (1-x^2)y'' - (1+2\nu)xy' + \rho(\rho+2\nu)y = 0, \qquad y = K^{\nu,\rho}(x)$$

donnera, après un simple calcul, pour la fonction

$$y = K^{\nu,\rho}[\alpha^2 + (1-\alpha^2)x],$$

l'équation aux dérivées partielles

$$(2)\quad \begin{cases} \alpha(1-\alpha^2)\dfrac{\partial^2 y}{\partial\alpha^2} - [1+(4\nu+1)\alpha^2]\dfrac{\partial y}{\partial\alpha} + 4\rho(\rho+2\nu)\alpha y \\ \qquad + \dfrac{4\alpha}{1-\alpha^2}\left[(1-x^2)\dfrac{\partial^2 y}{\partial x^2} - (1+2\nu)x\dfrac{\partial y}{\partial x}\right] = 0. \end{cases}$$

Supposons $\rho = n$, n désignant un entier non négatif, l'équation différentielle (1) admet comme intégrale particulière le polynome entier

$$\mathfrak{P}^{\nu,n}(x) = \frac{1}{\Gamma(\nu)} \sum_{s=0}^{\leq \frac{n}{2}} \frac{(-1)^s \Gamma(\nu+n-s)}{s!\,(n-2s)!}(2x)^{n-2s},$$

qui figure dans le développement classique

$$(1-2\alpha x+\alpha^2)^{-\nu} = \sum_{s=0}^{s=\infty} \mathrm{P}^{\nu,s}(x)\alpha^s, \qquad |\alpha| < \left| x \pm \sqrt{x^2-1} \right|,$$

d'où les expressions particulières

$$(3)\quad \lim_{\nu=0}[\Gamma(\nu)\mathrm{P}^{\nu,n}(\cos\varphi)] = \frac{2\cos(n\varphi)}{n}, \qquad \mathrm{P}^{1,n}(\cos\varphi) = \frac{\sin(n+1)\varphi}{\sin\varphi},$$

tandis que l'hypothèse $\nu = \frac{1}{2}$ nous conduira aux fonctions sphériques ordinaires de *Legendre*.

Cela posé, il est très facile de déterminer les polynomes $\mathrm{A}_s^{\nu,n}(\alpha)$ qui figurent dans l'identité

$$(4)\quad \mathrm{P}^{\nu,n}[\alpha^2 + (1-\alpha^2)x] = \sum_{s=0}^{s=n} \mathrm{A}_s^{\nu,n}(\alpha)\mathrm{P}^{\nu,s}(x),$$

qui est toujours valable.

A cet effet, introduisons dans (2) la somme qui figure au second membre de (4), nous aurons, en vertu de (1), pour la détermination de $\mathrm{A}_s^{\nu,n}(\alpha)$, cette équation différentielle linéaire

$$\alpha(1-\alpha^2)\frac{d^2\mathrm{A}_s}{d\alpha^2} - [1+(4\nu+1)\alpha^2]\frac{d\mathrm{A}_s}{d\alpha} + \left[4n(n+2\nu) - \frac{4s(s+2\nu)}{1-\alpha^2}\right]\alpha\mathrm{A}_s = 0,$$

ce qui donnera immédiatement

$$\mathrm{A}_s^{\nu,n}(\alpha) = a_s(1-\alpha^2)^s \mathrm{F}(s-n,\ s+n+2\nu,\ 2s+2\nu+1,\ 1-\alpha^2),$$

où a_s est indépendant de α, tandis que F désigne la série hypergéométrique ordinaire.

Posons maintenant dans (4) $\alpha = 1$, nous aurons

$$A_0^{\nu,n}(1) = a_0 = P^{\nu,n}(1) = \frac{\Gamma(n+2\nu)}{n!\,\Gamma(2\nu)};$$

différentions ensuite par rapport à x l'identité, puis appliquons la formule

$$D_x P^{\nu,s}(x) = 2\nu P^{\nu+1,s-1}(x),$$

tirée directement des définitions de $P^{\nu,s}(x)$, nous aurons la formule récursive

$$A_s^{\nu,n}(\alpha) = (1-\alpha^2) A_{s-1}^{\nu+1,n-1}(\alpha) = (1-\alpha^2)^s A_0^{\nu+s,n-s}(\alpha),$$

de sorte que le coefficient $A_s^{\nu,n}(\alpha)$ est complètement déterminé.

Cela posé, considérons le triangle sphérique isoscèle ayant les côtés a, a, c et les angles opposés A, A, C, nous aurons

$$\cos c = \cos^2 a + \sin^2 a \cos C;$$

posons ensuite dans (4) $\alpha = \cos a$, $x = \cos C$, nous aurons

$$(5)\quad \left\{ \begin{aligned} P^{\nu,n}(\cos c) = \sum_{s=0}^{s=n} & \frac{\Gamma(n+s+2\nu)(\sin a)^{2s}}{(n-s)!\,\Gamma(2s+2\nu)} \\ & \times F(s-n,\, s+n+2\nu,\, 2s+2\nu+1,\, \sin^2 a) P^{\nu,s}(\cos C), \end{aligned} \right.$$

formule qui semble être nouvelle. Posons dans (5) $\nu = \frac{1}{2}$, les fonctions P qui y figurent se réduisent à des polynomes de Legendre, tandis que l'hypothèse $\nu = 0$ donnera une formule que Stieltjes a démontrée (*Journ. de Math.*, 4e série, t. V, 1889); posons enfin $\nu = 1$, il résulte de (5) une autre formule particulière.

Il est évident que l'on peut traiter par un procédé analogue à celui qui précède la fonction métasphérique générale

$$K^{r+\frac{1}{2},\rho}\left(\alpha\beta + x\sqrt{\alpha^2-1}\sqrt{\beta^2-1}\right),$$

que l'on a étudiée en suivant des méthodes beaucoup plus compliquées.

PHYSIQUE. — *Sur la constitution de l'atome*. Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. H. Poincaré.

On sait que dans la théorie actuelle de la constitution de l'atome (J.-J. Thomson, Lorentz, Larmor, etc.) celui-ci serait formé d'un centre chargé d'électricité positive autour duquel graviteraient très rapidement des corpuscules chargés négativement, en très grand nombre et d'une extrême petitesse; la force centripète serait une force électrique. La période de la vibration lumineuse émise par un atome d'un corps gazeux serait la période même de rotation d'un corpuscule dont la vitesse a été légèrement altérée par une cause quelconque.

Pour montrer combien cette théorie est cohérente, M. Langevin a eu l'heureuse idée de calculer, d'après la force électrique à laquelle il est soumis, la période de révolution, et par conséquent la longueur d'onde de la lumière émise par un corpuscule qui se trouverait à la périphérie d'un atome de sodium, en admettant que celui-ci est *sphérique*. Le nombre ainsi trouvé correspond à l'ultra-violet. Nous allons reprendre ce calcul, sous une forme légèrement différente, pour montrer que les données numériques qu'il fait intervenir sont très exactement connues. Or, comme le résultat n'est pas d'accord avec l'expérience, nous aurons à examiner la valeur des hypothèses admises. Celles-ci sont au nombre de trois :

1° Les trajectoires sont circulaires; 2° l'atome est sphérique, c'est-à-dire que les orbites des corpuscules sont orientées dans tous les sens; 3° la loi de Coulomb est applicable aux distances intra-atomiques.

Les calculs suivants sont faits en unités électrostatiques C.G.S. En supposant que dans un corps solide tous les atomes sphériques se touchent et en calculant ainsi le rayon de l'atome, on aura certainement une limite supérieure R de la valeur de celui-ci. Chaque atome étant alors inscrit dans un cube de côté $2R$, en désignant par A la masse atomique du corps, par K le nombre d'atomes contenus dans A gramme de celui-ci, par D sa densité à l'état solide, on a $8R^3KD = A$. Appelons e' la charge électrique portée par un atome d'un corps monovalent pendant l'électrolyse; l'expérience donne $Ke' = a = 9618.3.10^{10} = 2,885.10^{14}$. Mais M. Townsend a montré que la valeur absolue e de la charge d'un corpuscule est égale à e'. On a donc $K = \frac{a}{e}$, d'où

$$8R^3 = \frac{Ae}{Da}. \qquad (1)$$

D'autre part, en appelant ω la vitesse angulaire de rotation d'un corpuscule de l'a-

tome et T la période de révolution, on a $\omega T = 2\pi$; mais T est aussi la période de la lumière émise par l'ébranlement que cause à l'éther le corpuscule quand sa trajectoire est perturbée; en appelant λ la longueur d'onde de cette lumière, on a $\lambda = VT = \frac{2\pi V}{\omega}$. En désignant par r la distance au centre de l'atome du corpuscule considéré et E la charge positive qu'il faudrait supposer au centre pour produire sur le corpuscule la même force électrique que celle qui résulte de la charge positive centrale et de l'ensemble des charges négatives des autres corpuscules, on a, m représentant la masse du corpuscule, $m\omega^2 r = \frac{Ee}{r^2}$, et, en portant cette valeur de ω dans l'expression de λ, il vient

$$\lambda = 2\pi V\sqrt{\frac{m}{e}\frac{r^3}{E}}. \tag{2}$$

Supposer un atome sphérique revient à supposer les trajectoires circulaires des corpuscules dans des plans orientés suivant toutes les directions. Vu le grand nombre de corpuscules, l'action électrostatique exercée par eux est sensiblement la même que si la charge qu'ils possèdent était distribuée par couches sphériques homogènes. Il en résulte que le champ produit par les corpuscules en un point P pourra se calculer en supposant transportée au centre la charge des corpuscules dont la distance au centre de l'atome est moindre que celle du point P, et que les corpuscules dont la distance au centre sera supérieure à celle de P donneront en ce point un champ nul, d'après la loi de Coulomb. Comme l'atome tout entier est neutre au point de vue électrique, en appelant n le nombre total de corpuscules qu'il renferme, ne est la valeur de la charge positive qui existe au centre; si donc n' est le nombre des corpuscules qui sont à une distance du centre moindre que le corpuscule dont nous considérons ci-dessus la rotation, on a $E = ne - n'e$. La plus petite valeur de E correspond donc au cas où, le corpuscule considéré étant le plus éloigné du centre, on a $n' = n - 1$, d'où $E = e$; comme, en outre, pour celui-ci r a la plus grande valeur, cette double raison nous montre que, d'après (2), c'est pour ce corpuscule que λ sera le plus grand. En remplaçant dans cette relation r par la valeur plus grande R donnée par (1), on augmente le second nombre; on voit donc que, pour tous les corpuscules de l'atome, on aura

$$\lambda \leqq 2\pi V\sqrt{\frac{m}{e}\frac{R^3}{e}} \quad \text{ou} \quad \lambda \leqq \pi V\sqrt{\frac{m}{e}\frac{1}{2a}}\sqrt{\frac{A}{D}}. \tag{3}$$

La quantité $\frac{m}{e}$ est très bien connue par les expériences de M. Simon; elle est égale à $1{,}765.10^{-18}$; avec $V = 3.10^{10}$, on a ainsi $\lambda \leqq 5{,}213.10^{-6}\sqrt{\frac{A}{D}}$.

Dans cette relation, le coefficient numérique est parfaitement connu et, comme il en est de même de A et de D pour chaque corps simple, on obtient sans erreur, autre que celle des hypothèses, dans le cas du sodium, du zinc, du fer et du cuivre respectivement les nombres suivants

pour la plus grande valeur des longueurs d'onde qui seraient émises : $2{,}54.10^{-5}$, $1{,}57.10^{-5}$, $1{,}40.10^{-5}$ et $1{,}39.10^{-5}$. Ainsi les vapeurs de ces métaux ne pourraient émettre que des radiations situées très loin dans l'ultra-violet.

Ce résultat étant en désaccord avec les faits, il nous reste à examiner les hypothèses admises. On ne saurait incriminer la forme circulaire admise pour les trajectoires des corpuscules, car il y a là plutôt une approximation qu'une hypothèse. Il reste donc à renoncer soit à l'exactitude de la loi de Coulomb pour les distances de l'ordre des dimensions des atomes, soit à la forme sphérique de l'atome. Cette dernière idée paraît tout d'abord la plus séduisante : si l'on admet, en effet, que les plans des orbites de tous les corpuscules sont peu inclinés les uns sur les autres; d'une part, la distance des corpuscules au centre, le volume maximum de l'atome étant connu, pourra être considérablement plus grande que dans un atome sphérique; d'autre part, pour une même distance r du corpuscule au centre, la valeur de E est plus petite; il résulte de cette double cause, d'après (2), que λ peut être beaucoup plus grand et comprendre même l'infra-rouge. Mais il reste à examiner si la forme aplatie de l'atome est conciliable avec la stabilité de l'édifice et avec les autres phénomènes.

Nous avons cru utile de montrer que, si l'on ne veut pas renoncer à cette belle théorie de l'atome, il faut renoncer au moins à l'une ou l'autre des deux idées qu'on avait le plus souvent admises jusqu'ici.

PHYSIQUE. — *Sur la réfraction des corps*. Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. Lippmann.

1. La formule $R = \Sigma ar$ conduit à cette autre conséquence [1] :

En écrivant $R = A\Sigma r$, A exprime la masse moléculaire; or, quand la molécule change d'état physique, elle se condense c fois pour passer à l'état liquide, c' fois pour prendre l'état solide. Les réfractions, ne

[1] Rappelons que, dans cette formule, R est la réfraction d'un gaz composé; r_1, r_2, ..., r_n celles de ses éléments divisées par leurs atomicités; a_1, a_2, ..., a_n les nombres d'atomes qui entrent dans la molécule (*Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 260).

dépendant que de la masse, seront donc

$$R_g = A\Sigma r, \qquad R_l = cA\Sigma r, \qquad R_s = c'A\Sigma r.$$

Mais ces masses moléculaires sont proportionnelles aux densités, sous les trois états, et l'on pourra écrire

$$\frac{R_g}{R_l} = \frac{D_g}{D_l}, \qquad \frac{R_l}{R_s} = \frac{D_l}{D_s}, \qquad \frac{R_s}{R_g} = \frac{D_s}{D_g}.$$

Ainsi, d'une façon générale, la densité d'un corps et sa réfraction sont fonction continue l'une de l'autre.

Exemples : I. SO^2 liquide. — On a

$D_g = 2,264$,

$D_l = 1,45 \times 773$ $\left(\text{par rapport à l'air, car } \frac{1000^g}{1,293} = 773 \text{ environ}\right)$,

$R_g = 702$ (en unités décimales du sixième ordre, ou $0,000\,702 \times 10^6$),

$R_l = 344\,000$.

On vérifie que

$$\frac{1,45 \times 773}{2,264} = \frac{344\,000}{702} = 490.$$

Le nombre 490 est la constante c qui exprime la quantité de molécules gazeuses condensées en une molécule liquide.

II. Pour CO^2 liquide, on vérifie également que

$$\frac{0,863 \times 773}{1,529} = \frac{196\,000}{450} = 435 \text{ environ.}$$

III. La glace $(H^2O)^{c'}$ donne sensiblement

$$\frac{0,918 \times 773}{0,622} = \frac{310\,000}{274} = 1140.$$

Remarque. — Jamin avait démontré que l'eau, soumise à des pressions croissantes, augmentait de densité en même temps que de réfraction (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LII, p. 169), et cependant la formule générale de Laplace $\frac{N^2 - 1}{D}$ ne s'y vérifiait point (*Ibid.*, p. 186-187).

Les travaux de Gladstone et Dale sur les liquides organiques, ceux de Landolt, Haagen et Schrauf ont montré la constance du rapport $\frac{N - 1}{D}$ ou $\frac{R_l}{D_l}$. D'où il résultait que ce rapport, multiplié par le poids moléculaire

du liquide, devait être constant. Ce serait le pouvoir réfringent moléculaire.

Landolt établit que ce pouvoir réfringent double ou triple dans les corps dimères ou trimères; qu'il augmente de 5; 1,4 ou 3, ... quand la molécule s'accroît de 1[at] de carbone, d'hydrogène ou d'oxygène.

Enfin, Brühl et Schröder modifient ces valeurs au gré des liaisons atomiques.

Or, la loi de Gladstone est un cas particulier de notre formule, puisque pour nous

$$\frac{R_s}{D_s} = \frac{R_l}{D_l} = \frac{R_g}{D_g} = \text{const.}$$

D'autre part, la considération des pouvoirs réfringents moléculaires complique la loi précédente sans utilité appréciable, et ses conséquences manquent de rigueur ou sont fausses (dans la série aromatique notamment).

2. On peut substituer à la réfraction d'un corps sa constante diélectrique K, en vertu de la relation de Maxwell,

$$K = n^2,$$

d'où

$$N = \sqrt{K} \qquad \text{et} \qquad R = \sqrt{K} - 1.$$

La formule donnée plus haut, $R = \Sigma ar$, s'applique parfaitement à l'étude des constantes diélectriques; il suffit de remplacer R par $\sqrt{K} - 1$. Ainsi :

Pour CO^2........................	$\sqrt{K} - 1 = 0,000473$
Pour CO........................	$\sqrt{K} - 1 = 0,000345$
On en déduit pour O.............	$= 0,000128$

En partant de cette valeur dans CO, on aura

$$C = 0,000217.$$

Il est alors aisé de calculer CH^4 et C^2H^6 par exemple. On trouve

$$CH^4 = 0,000217 \quad + 4 \times 0,000066 = 0,000481$$
$$C^2H^6 = 0,000217 \times 2 + 0,000066 \times 6 = 0,000698$$

L'expérience avait donné à Bolzmann 0,000472 et 0,000656. Les chiffres de cet auteur sont plus concordants que ceux de M. Klemencic.

On calculerait aussi les constantes diélectriques sous les divers états physiques par les relations ci-dessus. La valeur de $\sqrt{K} - 1$ pour $O^2_{gaz.}$ est

$$0{,}000128 \times 2 = 0{,}000256$$

Pour $O^2_{liq.}$, ce sera

$$\sqrt{K} - 1 = 0{,}000256 \times \frac{1{,}124 \times 773}{1{,}105} = 0{,}202,$$

d'où

$$K = \overline{1{,}202}^2 = 1{,}45.$$

L'expérience a donné 1,49 (Dewar).

On trouverait pour l'eau 1,8, tandis que les observateurs trouvent toutes les valeurs depuis 2 jusqu'à 80.

Il n'est guère possible de prétendre ici à l'exactitude, vu la conductivité partielle des liquides et des vapeurs et les *changements moléculaires* occasionnés par l'expérience (Gordon, *Traité d'Électricité et de Magnétisme*, t. I, p. 198, trad. Raynaud).

Par l'emploi de notre formule on saura tout au moins l'ordre de grandeur de la constante diélectrique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouveaux modes de formation et de préparation du tétrachlorure de titane*. Note de MM. **Em. Vigouroux** et **G. Arrivaut**.

Un chlorure de titane a été signalé, pour la première fois en 1825, par George [1], qui dirigeait un courant de chlore sur du prétendu titane. C'est un mélange de charbon et de rutile ou d'anhydride titanique que Dumas [2] traitait, en 1826, par le chlore, pour obtenir le tétrachlorure. Wœhler [3], reprenant l'expérience de George, en 1850, observa qu'il se formait, en même temps, du chlorure de cyanogène. En 1866, Merz [4] faisait agir le gaz chlorhydrique sur le pseudométal. En 1887, Demarçay [5] réduisait l'anhydride titanique par le tétrachlorure de carbone. Enfin, le

---

(1) George, *Ann. Ph. Chem. Pogg.*, t. III, 1825, p. 171.
(2) Dumas, *Ann. Ch. Ph.*, 2e série, t. XXXIII, 1826, p. 386.
(3) Wœhler, *Ann. Ch. Ph.*, 3e série, t. XXIX, 1850, p. 166.
(4) Merz, *J. prakt. Chem.*, t. XCIX, 1866, p. 157.
(5) Demarçay, *Comptes rendus*, t. CIV, 1887, p. 111.

regretté Henri Moissan [1] indiquait, en 1895, pour la formation du même chlorure, l'action du chlore sur le titane, son carbure ou sa fonte.

L'aluminothermie nous ayant permis d'obtenir des alliages de fer et de titane, dans notre laboratoire, et ces corps s'attaquant aisément par le chlore sec, nous avons pensé qu'il serait possible d'utiliser, comme matière première, pour la préparation du tétrachlorure, le ferrotitane industriel, assez courant dans le commerce actuellement et que certains fabricants livrent à une teneur qui dépasserait 55 pour 100 de titane. Nous opérons suivant trois modes différents.

Mode I. — *Nous traitons le ferrotitane tel quel,* c'est-à-dire que nous soumettons directement à l'action du chlore cet alliage tel que le fabrique l'industrie, après l'avoir légèrement concassé, s'il y a lieu. A cet effet, nous l'introduisons dans un tube en porcelaine à l'intérieur duquel nous dirigeons un courant de chlore pur et sec et que nous chauffons à l'aide d'un four Mermet. Dès le rouge sombre, l'attaque se manifeste *avec incandescence* et les chlorures apparaissent. Le composé ferrique se solidifie dans la partie moins chaude du tube qui doit être assez large pour ne pas s'obstruer; le tétrachlorure, plus volatil, se liquéfie plus loin, d'abord dans un condensateur en verre exposé à l'air froid, puis dans un serpentin entouré d'eau courante qui lui fait suite.

Ce procédé très simple, très expéditif, fournit de bons résultats et nous paraît déjà un progrès sur celui de Dumas. Toutefois la présence du chlorure ferrique entraîne les inconvénients : 1° d'obstruer les conduits d'échappement des vapeurs, ce qui oblige à les déboucher, de temps en temps, vers la sortie; 2° de retenir une certaine quantité de chlorure de titane qui l'imprègne.

Mode II. — *Nous éliminons la majeure partie du fer,* au préalable. Le ferrotitane, finement pilé, est traité, à mort, par l'acide chlorhydrique étendu; beaucoup de fer entre en dissolution à l'état de chlorure et il apparaît, sous forme de résidu, une substance très lourde, à reflets mordorés, qui se trouve très peu chargée en fer. Un peu d'anhydride titanique la souille, mais, par lévigation, on l'en sépare facilement. Ce nouveau produit, lavé et séché, qui est très riche en titane (80 à 90 pour 100) est utilisé, comme matière première, pour la préparation du chlorure. En raison de sa grande densité, on peut, durant une seule opération journalière, en traiter plus de 600^g, dans des nacelles de porcelaine placées à l'intérieur de tubes de même nature, ce qui a amené des rendements quotidiens de 1500^g à 1800^g de chlorure brut, très peu souillé de chlorure ferrique. Il ne reste, dans les nacelles, qu'un faible résidu d'anhydride titanique.

Mode III. — *Nous utilisons tous les résidus renfermant de l'anhydride titanique,* qu'il soit formé dans les nacelles ou bien qu'il résulte de l'attaque du ferrotitane par l'acide chlorhydrique. Ils sont réunis, lavés à l'acide chlorhydrique et séchés fortement, ce qui donne de l'anhydride titanique à peu près pur. Ce dernier est transformé en chlorure suivant la méthode de Dumas. Mais ce dernier procédé présente, entre autres

---

(1) H. Moissan, *Comptes rendus,* t. CXX, 1895, p. 290.

inconvénients, celui de produire du tétrachlorure dilué dans de l'oxyde de carbone, ce qui nuit à sa condensation et affaiblit les rendements.

Purification du chlorure de titane brut. — Le liquide ainsi préparé est toujours coloré en rouge par du chlorure ferrique; toutefois, nos expériences nous ayant montré que sa solubilité était très faible dans le tétrachlorure, nous avons pu en séparer la majeure partie par filtration ordinaire. Le liquide qui passe ne présente plus qu'une nuance jaune orangé due à la présence du chlore libre et du chlorure ferrique en faible quantité. De simples distillations fractionnées, souvent effectuées sans digestion préalable avec du mercure ou tout autre métal, ont fourni un corps tout à fait pur, bouillant à une température très voisine de 136°, exempt de chlore libre, de chlorure de fer, de chlorure de silicium, *complètement incolore et ne fumant pas à l'air,* contrairement aux affirmations de certains auteurs.

Bref, c'est par l'action du chlore sur le ferrotitane industriel, préalablement dépouillé de son fer à l'aide de l'acide chlorhydrique, que nous préconisons la préparation du tétrachlorure de titane (mode II); nous ne présentons le mode I que comme une nouvelle méthode de formation; le mode III (procédé Dumas), nous ne l'appliquons qu'à la fin d'une campagne, pour le traitement de tous nos résidus d'anhydride titanique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse d'amidines tertiaires : phényl-amido-éthane-oxyméthane-phényliminé-phénylaminé.* Note de M. **Emm. Pozzi-Escot.**

L'acide phénylthiohydantoïque dont j'ai fait connaître un mode de préparation [1] est de l'acide éthanoïque-thiométhane-iminé-phénylaminé :

$$\bigcirc - NH - C\left\langle\begin{matrix} NH \\ S - CH^2CO^2H \end{matrix}\right.$$

Il m'a semblé qu'il serait possible de transformer ces dérivés monosubstitués en dérivés polysubstitués par l'action des amines.

L'expérience montre effectivement que, si l'on traite un acide hydantoïque monosubstitué par une amine, telle la phénylamine, il y a d'abord substitution d'un radical composé à la place du groupe iminé simple, avec dégagement d'ammoniaque, puis action de l'amine sur la fonction éthanoïque qui est transformée en amide; enfin l'eau formée au cours de cette phase de la réaction réagit sur la fonction thionique et pro-

---

[1] *Comptes rendus,* t. CXL, p. 174.

voque le remplacement de l'atome de soufre par un atome d'oxygène avec dégagement d'hydrogène sulfuré. Il est possible d'isoler les produits intermédiaires.

Les produits obtenus cristallisent généralement très bien dans l'alcool, tout au moins les termes inférieurs. Il faut cependant éviter de prolonger la réaction. L'analyse a montré que les produits obtenus répondent bien à la formule des dérivés de l'éthane oxy-méthane, amide sur la fonction éthanoïque, iminé et aminé sur l'atome de carbone méthanique.

Avec l'acide phénylthio-hydantoïque et la phénylamine, j'ai obtenu le phénylamido-éthane-oxy-méthane-phényl-iminé-phénylamine :

$$C_6H_5-NH-C\begin{matrix}\diagup N-C_6H_5\\ \diagdown O-CH^2-CO-NH-C_6H_5\end{matrix}$$

Cristallisé en petits cristaux blancs fusibles à 289°.

L'analyse pour la formule précédente indique

$$C=76,525, \qquad N=12,765, \qquad H=5,77, \qquad O=4,86,$$

j'ai trouvé $C=76,25$, $N=12,913$, $H=5,81$, $O=5,027$ (par différence).

Je me propose de poursuivre l'étude de ces corps.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de l'hordénine.* Note de M. E. LÉGER, présentée par M. Guignard.

Des travaux publiés jusqu'ici ([1]), il résulte que l'hordénine possède la formule

$$C^6H^4\begin{matrix}\diagup CH^2-CH^2-N\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix} (1).\\ \diagdown OH\,(4)\end{matrix}$$

L'existence des groupements $C^6H^4\begin{matrix}\diagup\\ \diagdown OH\end{matrix}$ et $-N\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix}$ repose sur l'observation de faits indiscutables ; quant à la chaîne $-CH^2-CH^2-$, sa présence dans la molécule de l'hordénine, bien que non douteuse, n'a pu être démontrée jusqu'à présent qu'en s'appuyant sur des considérations théoriques. Le but de la présente Note est de montrer expérimentalement l'existence réelle de cette chaîne et de fournir une nouvelle preuve de sa position en *para* relativement à l'oxhydrile. Ceci ressort de l'étude d'un corps que j'ai déjà fait connaître ([2]) : l'iodométhylate de méthylhordénine.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXLIII, p. 234 et 916.
([2]) *Comptes rendus,* t. CXLIV, p. 208.

La formation de ce corps semble répondre à l'équation

$$C^{10}H^{14}\overset{\overset{CH^3}{|}}{\underset{\underset{I}{|}}{N}}(ONa) + SO^4(CH^3)^2 = C^{10}H^{14}\overset{\overset{CH^3}{|}}{\underset{\underset{I}{|}}{N}}(OCH^3) + SO^4CH^3Na.$$

20g d'iodométhylate d'hordénine sont introduits dans un ballon avec une solution de 10g de soude caustique dans 75g d'eau. L'iodométhylate, corps à fonction phénol, se dissout intégralement dans la solution alcaline. On ajoute 20g de sulfate diméthylique. Aucune réaction ne se manifeste tout d'abord; mais bientôt le mélange s'échauffe, surtout si on l'agite; puis une ébullition ne tarde pas à se produire. Les vapeurs dégagées peuvent être condensées en un liquide plus lourd que l'eau, bouillant à 44°, qui, chauffé avec KHO alcoolique, donne un précipité de KI : c'est de l'iodure de méthyle.

Une deuxième réaction se superpose donc à celle qui est représentée par l'équation précédente. La molécule de l'iodométhylate d'hordénine est attaquée de deux côtés différents : la fonction phénol est éthérifiée; tandis que, sur une autre fraction du produit, le groupe $CH^3 - I$, fixé à l'azote, est chassé et remplacé par $SO^4CH^3 - CH^3$.

L'opération terminée, la solution renferme ainsi un mélange d'iodométhylate de méthylhordénine et de sulfométhylate d'hordénine. Le premier de ces deux corps cristallise; on le recueille après 6 heures (rendement 8g). Si à l'eau noire, saturée par l'acide acétique, on ajoute 15g de NaI, l'iodométhylate d'hordénine, formé par double décomposition, se précipite à son tour (rendement 10g).

Décomposition du méthylhydrate de méthylhordénine. — 7g,50 d'iodométhylate de méthylhordénine sont dissous dans 150cm³ d'eau distillée chaude. La solution est versée sur l'oxyde d'argent humide provenant de 5g de NO^3Ag.

Après un contact de 6 heures et de fréquentes agitations, on filtre. La liqueur est distillée dans le vide, avec rentrée d'air. On opère dans un ballon de 1l, placé dans un bain de glycérine.

Au début, il ne passe guère que de l'eau; mais, lorsque la température du bain atteint 120°-125°, la décomposition du méthylhydrate commence. Sur les parois du ballon ruisselle un liquide huileux que j'ai identifié avec le *paravinylanisol,* lequel est rendu blanchâtre par son mélange avec l'eau.

Quand la température du bain atteint 130°, on cesse de chauffer; puis, à l'aide du tube de rentrée d'air, le vide étant maintenu, on fait pénétrer dans le ballon 20cm³ à 25cm³ d'eau distillée. En chauffant de nouveau, le paravinylanisol, entraîné par la vapeur d'eau, distille. On porte une seconde fois la température du bain à 125°-130°; une deuxième quantité de méthylhydrate se décompose avec formation d'une autre fraction de paravinylanisol que l'on entraîne à l'aide de vapeur d'eau. A la fin, il ne reste rien dans le ballon.

Le liquide provenant de la distillation contient de la triméthylamine. Le paravinyl-

anisol flotte dans ce liquide à l'état de grosses gouttes sphériques ne tombant que lentement au fond. Pour l'extraire, on acidule légèrement par HCl et l'on agite avec de l'éther lavé. La solution éthérée, lavée à l'eau, puis soumise à la distillation, laisse le paravinylanisol comme résidu.

J'ai déjà observé la formation de ce dernier corps dans la décomposition pyrogénée du méthylhydrate d'hordénine. Ignorant la nature de ce composé, je l'avais décrit alors comme un liquide plus lourd que l'eau, d'une odeur aromatique agréable. Le rendement étant toujours très faible, sa formation ne pouvait être due qu'à une réaction secondaire. Il est possible aujourd'hui d'attribuer cette formation à l'existence, dans l'iodométhylate d'hordénine employé, d'une petite quantité d'iodométhylate de méthylhordénine; $7^g,50$ de ce dernier m'ont fourni $2^g,50$ de paravinylanisol, alors que le rendement théorique est de $2^g,80$.

Le paravinylanisol de l'hordénine présente toutes les propriétés qui ont été reconnues à ce corps par M. Perkin [1] : liquide incolore, très réfringent, un peu plus lourd que l'eau, possédant une odeur aromatique agréable que Perkin a comparée à celle du fenouil, entraînable par la vapeur d'eau, solidifiable dans un mélange de glace et de sel en une masse compacte d'aiguilles fusibles vers $+4^{\circ}$. Ce liquide se polymérise facilement quand on le chauffe et se change alors en une masse visqueuse, transparente; il donne avec SO^4H^2, à chaud, une coloration rouge pourpre foncée.

La production de ce paravinylanisol nous permet de supposer que le phénol obtenu dans la décomposition du méthylhydrate d'hordénine, corps amorphe, soluble dans les alcalis, précipitable par CO^2, est le paravinylphénol, ou plutôt un polymère de ce corps.

Cette formation de paravinylanisol est également intéressante au point de vue de la constitution de l'hordénine. Comme je l'annonçais au début de cette Note, elle fournit une preuve expérimentale de l'existence, dans l'hordénine, de la chaîne $-CH^2-CH^2-$; c'est, de plus, un nouvel argument en faveur de la position en para de l'oxhydrile phénolique.

L'hordénine étant un corps réducteur, il était intéressant de rechercher comment elle se comporterait en présence des ferments oxydants. Sur le conseil de M. Bourquelot, j'ai examiné l'action de la tyrosinase. J'ai utilisé, pour cela, la macération glycérinée de *Russula delica* qu'a bien voulu me remettre M. Bourquelot. Les essais ont été exécutés avec une solution de tartrate neutre d'hordénine à 1 pour 100.

---

(1) *Journ. of the Chem. Soc.*, 1877, p. 668, et 1878, p. 211.

Le ferment seul est sans action apparente, il en est de même de l'eau oxygénée neutre. Au contraire, le ferment additionné de H^2O^2 produit une coloration rouge cerise stable qui commence à se manifester au bout de de 10 à 15 minutes. L'addition de quelques gouttes de solution de carbonate neutre de sodium à 1 pour 100 accélère la réaction.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode de synthèse des nitriles β-cétoniques non substitués.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **I. Lazennec**, présentée par M. Haller.

Les nitriles acétyléniques $R - C \equiv C - CN$ doivent donner régulièrement, par fixation d'eau sur la liaison acétylénique, les nitriles β-cétoniques $R - CO - CH^2 - CN$. Nos essais d'hydratation par l'intermédiaire de l'acide sulfurique n'ont pas conduit à ce résultat; le nitrile phénylpropiolique $C^6H^5 - C \equiv C - CN$, nous a fourni ainsi la benzoylacétamide

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - CONH^2,$$

la liaison acétylénique et la fonction nitrile ayant été l'une et l'autre attaquées. Avec les nitriles amylpropiolique $C^5H^{11} - C \equiv C - CN$ et hexylpropiolique $C^6H^{13} - C \equiv C - CN$, nous avons obtenu les amides acétyléniques correspondantes

$$C^5H^{11} - C \equiv C - CONH^2 \quad \text{et} \quad C^6H^{13} - C \equiv C - CONH^2,$$

l'hydratation ayant porté sur la fonction nitrile (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXV, p. 526).

D'autre part l'hydrolyse des produits de condensation des nitriles acétyléniques avec les alcools ou les phénols, tel le composé

$$C^5H^{11} - C(OCH^3) = CH - CN,$$

est difficile, en général, à limiter à la formation du nitrile β-cétonique (*loc. cit.*, p. 531).

Nous avons pleinement réussi par contre, en hydrolysant les produits de condensation des nitriles acétyléniques avec les amines, que nous avons fait connaître dernièrement : il y a régénération de l'amine initiale et formation du nitrile β-cétonique correspondant; exemple :

$$\underbrace{C^5H^{11} - \underset{\substack{|\\ NC^5H^{10}}}{C} = CH - CN}_{\text{Nitrile β-amyl β-pipéridylacrylique.}} + H^2O = \underbrace{C^5H^{11} - CO - CH^2 - CN}_{\text{Caproïlacétonitrile.}} + \underbrace{NHC^5H^{10}}_{\text{Pipéridine.}}$$

Ce dédoublement est très facile à réaliser. Nous avons reconnu, après divers essais, qu'il s'effectuait au mieux par l'acide oxalique en solution éthérée. Voici le mode opératoire général :

A la solution du nitrile acrylique β-substitué β-amino-substitué (1^{mol}) dans 2 parties d'éther ordinaire, on ajoute l'acide oxalique (1^{mol}) dissous dans 8 parties d'éther additionné de un quart de son volume d'alcool à 95°. Il y a précipitation immédiate d'oxalate de la base. Après quelques heures de contact, on sépare le sel (quantité un peu inférieure au poids théorique). La liqueur filtrée ayant été ensuite évaporée jusqu'à réduction au quart de son volume, on agite le résidu avec de l'eau, qui s'empare de la petite quantité d'oxalate de la base restée en solution. On sépare par décantation la couche éthérée et, après lavage à l'eau, dessiccation sur le sulfate de soude anhydre et évaporation de l'éther, on obtient un résidu (huile ou cristaux) à peine coloré, constitué par le nitrile β-cétonique sensiblement pur.

Il ne se fait, dans cette opération, aucune réaction accessoire, et le rendement est voisin du rendement théorique.

Si nous rappelons d'autre part que nous avons effectué également, avec des rendements quantitatifs, la condensation des nitriles acétyléniques avec quelques amines primaires ou secondaires grasses (benzylamine, diéthylamine, pipéridine) (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXV, p. 1179), on voit que nous sommes en possession d'une méthode régulière et excellente de passage des nitriles acétyléniques $R - C \equiv C - CN$ aux nitriles β-cétoniques correspondants $R - CO - CH^2 - CN$.

Les nitriles β-cétoniques non substitués $R - CO - CH^2 - CN$ sont entièrement solubles dans la solution aqueuse d'alcalis caustiques ou carbonatés, d'où les acides les reprécipitent immédiatement. Le caractère acide de ces composés tient évidemment à la présence du groupe CH^2 entre les deux résidus électro-négatifs CO et CN.

Leur solution alcoolique donne, avec le chlorure ferrique, une faible coloration rouge vineux.

Traités par les hydrazines, ils fournissent des composés identiques à ceux que nous avons obtenus avec les nitriles acétyléniques correspondants, et qui, d'après nos expériences, doivent être considérés comme des pyrazolonimines (*Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 1239).

Caproïlacétonitrile : $CH^3 - (CH^2)^4 - CO - CH^2 - CN$. — Distille à 126°-128° sous 14^{mm}; $D^{15°} = 0{,}9414$.

Heptylacétonitrile : $CH^3 - (CH^2)^5 - CO - CH^2 - CN$. — Distille à 137°-141° sous 15^{mm}; $D^{15°} = 0{,}9375$.

Benzoylacétonitrile (cyanacétophénone) : $C^6H^5 - CO - CH^2 - CN$. — Fond à 80°. Ce composé fut préparé pour la première fois par M. Haller en hydrolysant l'éther

benzoylcyanacétique $CN - CH(CO - C^6H^5) - CO^2C^2H^5$ (*Bull. Soc. chim.*, t. XLV, p. 271 ; t. XLVIII, p. 23).

Nous devons ajouter, en terminant, que l'on connaissait déjà, outre la cyanacétophénone de M. Haller, quelques autres nitriles β-cétoniques. La cyanacétone $CH^3 - CO - CH^2 - CN$ a été obtenue par E. Mathews et W.-R. Hodgkinson en faisant agir le cyanure de potassium sur la monochloracétone (*D. chem. Ges.*, t. XV, p. 2679); d'autre part MM. Hanriot et Bouveault ont décrit un procédé d'obtention de nitriles β-cétoniques substitués à partir du propionitrile (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. I, p. 548).

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de dosage de l'ammoniaque dans les eaux.* Note de M. **Albert Buisson**, présentée par M. Guignard.

Dans une Note précédente (1) j'ai montré que le dosage de l'ammoniaque par le réactif de Nessler comportait de nombreuses causes d'erreur; j'apporte aujourd'hui une nouvelle méthode de dosage dont l'observation première appartient à Gerresheim (2), mais dont j'ai déterminé les condition d'expérimentation et vérifié l'exactitude.

Si l'on ajoute du carbonate de soude à la solution d'un sel quelconque d'ammoniaque additionnée de chlorure mercurique dans la proportion de 5^{mol} de chlorure mercurique pour 2^{mol} de sel ammoniacal, l'ammoniaque est complètement précipitée sous la forme d'un composé blanc amorphe.

Ce précipité, pour de faibles quantités d'ammoniaque, a une composition constante que Gerresheim représentait, sans toutefois en avoir fait l'analyse, par la formule $Hg^5Az^2Cl^2O + H^2O$.

Nous avons tenu tout d'abord à vérifier l'entière précipitation de l'ammoniaque et à déterminer la nature exacte du précipité.

20^l d'une solution de chlorhydrate d'ammoniaque pur et de chlorure mercurique renfermant $0^g,006$ d'ammoniaque et $3^g,50$ de chlorure mercurique par litre sont précipités par 200^{cm^3} d'une solution de carbonate de soude à 15 pour 100. On laisse reposer 24 heures.

Les eaux de décantations filtrées et additionnées d'iodure de potassium et de soude

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 289.

(2) Gerresheim, in *Liebig's Annalen der Chemie*, t. CXCV, p. 573.

pure ne donnent pas trace d'ammoniaque à la distillation (pas de coloration par le réactif de Nessler).

La précipitation de l'ammoniaque de la solution est donc complète.

Nous avons caractérisé et dosé dans le précipité lavé et séché sur l'acide sulfurique le mercure, le chlore, l'azote et l'acide carbonique.

La teneur en sel ammoniacal de la solution étant fixe, en faisant varier la proportion de chlorure mercurique de la quantité nécessaire (5^{mol} de chlorure mercurique pour 1^{mol} de sel ammoniacal) jusqu'à $0^g,50$ par litre, nous avons toujours trouvé au précipité la même composition. C'est seulement dans le cas où cette proportion est dépassée que le précipité cesse d'avoir une composition constante par suite de la formation d'oxychlorure qui s'y mélange.

La composition centésimale du précipité est la suivante :

	Trouvé.	Calculé pour $CO^3(Hg^5Az^2Cl^2)O + 3H^2O$.
Hg	85,50	85,91
Cl	6,10	6,09
Az	2,20	2,40
CO^2	1,72	1,89
H^2O	2,40	2,31
O	1,36	1,36

La formule la plus simple que l'on puisse donner à ce composé est donc

$$CO^3(Hg^5Az^2Cl^2)^2O + 3H^2O,$$

que l'on peut représenter ainsi :

$$2HgCl^2,\quad CO^3(Hg^2Az)^2(Hg^2Az)^2O + 3H^2O,$$

ce qui permet de le considérer comme un chlorocarbonate formé par l'union du chlorure mercurique et d'un carbonate basique de dimercurammonium.

Séché à 100°, il jaunit et perd son eau d'hydratation.

La réaction qui lui donne naissance peut être représentée ainsi :

$$4AzH^4Cl + 10HgCl^2 + 10CO^3Na^2 = CO^3(Hg^5Az^2Cl^2)^2O + 20NaCl + 9CO^2 + 8H^2O.$$

Une quantité de $0^g,50$ de chlorure mercurique par litre, dose limite, permet donc de précipiter, d'après la réaction ci-dessus, $\frac{4AzH^4Cl \times 0{,}50}{10HgCl^2} = 0^g,040$ de chlorhydrate d'ammoniaque, soit $0^g,0127$ d'ammoniaque.

Pour des teneurs en ammoniaque inférieures à $0^g,0127$ d'ammoniaque par litre, le précipité a une composition constante en sorte que de son poids on pourra déduire la quantité d'ammoniaque qui lui correspond.

Il suffit de multiplier le poids du précipité lavé et séché à 100° par le rapport

$$\frac{4AzH^3}{CO^3(Hg^5Az^2Cl^2)^2O} = \frac{34}{1137},$$

c'est-à-dire par le coefficient 0,03.

Nous avons pu ainsi doser très exactement des quantités d'ammoniaque variant de $0^g,0001$ à $0^g,012$.

Ce sont précisément entre ces limites qu'oscille la quantité d'ammoniaque que renferment les eaux naturelles.

Nous conseillons de suivre dans ce cas la technique suivante :

Distiller 1^l de l'eau à analyser préalablement alcalinisée par 5^{cm^3} de soude pure au $\frac{1}{4}$ et recevoir le liquide distillé dans 10^{cm^3} d'acide chlorhydrique à 1 pour 100.

Faire en sorte que l'opération dure 1 heure 30 minutes et que le volume du liquide distillé soit légèrement supérieur à 100^{cm^3}.

Ramener avec de l'eau distillée le volume à 1000^{cm^3}, ajouter 10^{cm^3} d'une solution de chlorure mercurique à 5 pour 100 et précipiter par 10^{cm^3} d'une solution de carbonate de soude à 15 pour 100.

Laisser reposer 24 heures, filtrer à la trompe sur un entonnoir dont la douille présente deux étranglements entre lesquels on a tassé du coton de verre recouvert de coton de verre pulvérisé. Laver le précipité avec 5^{cm^3} d'eau, sécher à 100° et peser.

Le filtre a été préalablement lavé, séché à 100° et taré.

L'augmentation de poids du filtre multipliée par 0,03 donne exactement la quantité d'ammoniaque contenue dans 1^l de l'eau soumise à l'analyse.

Si la quantité d'ammoniaque est très faible, inférieure à $0^g,001$ (faire un essai préalable et direct au réactif de Nessler), opérer la précipitation sur les 100^{cm^3} de liquide distillé sans ramener ce volume à 1^l. Employer alors dans ce cas 1^{cm^3} de chacune des solutions indiquées précédemment.

En résumé cette méthode permet de doser des quantités d'ammoniaque supérieures à 1^{mg} avec une exactitude au moins égale à celle que donnent les procédés déjà connus ; en outre elle permet, et à ma connaissance elle est la seule, de doser pondéralement des quantités d'ammoniaque inférieures à 1^{mg} lorsqu'on ne peut disposer de plus de 1^l d'eau.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'origine de la formation des aldéhydes dans les fromages.* Note de MM. **Trillat** et **Sauton**, présentée par M. E. Roux.

Nous avons établi récemment [1] que la présence d'aldéhydes dans les fromages était fréquente et qu'elle pouvait, en dehors d'autres causes déjà signalées par les auteurs, provoquer l'apparition de l'amertume; nous rappellerons que nous avons reproduit artificiellement le phénomène en exposant des fromages à l'action de vapeurs aldéhydiques.

---

(1) *Comptes rendus*, 11 février 1907, p. 333.

Au point de vue scientifique, comme au point de vue pratique, il était intéressant de se renseigner sur l'origine de ces aldéhydes. Nous nous sommes donc posé la question de savoir quelle était la cause de leur formation. Devait-on la considérer comme une conséquence normale de la fermentation du fromage ou la rattacher à une cause purement accidentelle, comme à celle de l'oxydation de petites quantités d'alcool que l'on peut rencontrer dans certains fromages?

Les essais méthodiques que nous avons effectués nous ont permis de résoudre la question et le but de cette Note est de résumer les observations qui nous ont conduits à cette conclusion.

A. La présence de l'aldéhyde acétique pourrait tout d'abord s'expliquer par la formation d'une petite quantité d'alcool dans les fromages, provenant de la fermentation du lactose retenu dans le caillé. On sait, en effet, d'après les travaux de Duclaux ([1]), d'Adametz ([2]) et de Kayser ([3]), que certaines levures sont susceptibles de faire fermenter le lactose en produisant de l'alcool. M. Mazé est parvenu plus récemment à isoler de divers fromages toute une variété de ces levures : il a signalé, ce qu'il est utile de faire observer ici, que les milieux alcalins étaient particulièrement favorables à cette production d'alcool.

Or, la présence de l'alcool dans les fromages pouvait déjà faire prévoir la formation de traces d'aldéhydes, étant donnée la facilité avec laquelle il peut s'oxyder sous des influences extrêmement variées, comme l'un de nous l'a démontré ([4]).

B. Mais on pouvait aussi se demander, d'autre part, si ces mêmes levures de lactose n'étaient pas capables de produire directement l'aldéhyde en même temps que l'alcool.

Pour nous en assurer, nous nous sommes adressés à des levures isolées des fromages ([5]) : nous avons ensemencé une série de flacons contenant les uns du liquide Raulin lactosé et d'autres du lait stérilisé. Comparativement à ces essais, d'autres flacons contenant les mêmes liquides non ensemencés furent simplement additionnés d'alcool, afin d'évaluer la part d'aldéhydes provenant de l'oxydation de l'alcool au cours des manipulations. Après une semaine d'exposition dans l'étuve à 30°, les

---

([1]) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. I, p. 573.

([2]) *Centralbl. für Bakteriologie*, t. V, 1889, p. 116.

([3]) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, 1891, p. 395.

([4]) *Comptes rendus*, 1903, p. 171; *Bulletin de la Soc. chimique*, 1903, t. XXIX, p. 35.

([5]) Ces levures ont été mises à notre disposition par M. Mazé.

liquides ont été étendus d'eau distillée et acidifiés par l'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$. On les a soumis à la distillation en prenant toutes les précautions nécessaires pour éviter les pertes d'aldéhydes. Après avoir recueilli la moitié du liquide, on a procédé au dosage par le procédé colorimétrique au bisulfite de rosaniline.

Tableau indiquant les doses d'aldéhydes produites sous l'influence des levures de fromages.

Nature de la levure.	Aldéhydes, par litre, évaluées en aldéhyde acétique. Liquide Raulin lactosé.	Lait stérilisé.
Levure de Pont-l'Évêque	66 mg	20 mg
Levure de Neufchatel	84	35
Levure de Camembert	80	42
Témoin alcoolisé sans levure	traces	traces

Comme on le voit, la fermentation du lactose, sous l'influence de ces levures, fournit des aldéhydes en proportions variables selon la race de levure ensemencée. On voit aussi que la part d'aldéhydes provenant de l'oxydation de l'alcool au cours des manipulations est négligeable.

La présence de l'aldéhyde dans les fromages est donc due à la fermentation du lactose, soit avant l'emprésurage, soit au cours de la maturation : c'est le lieu de rappeler ici les résultats de Roeser (¹) qui, dans un autre ordre d'idées, a signalé que certaines levures pouvaient fabriquer de petites proportions d'aldéhyde acétique; c'est aussi l'occasion de rappeler l'opinion de Duclaux sur la probabilité de la formation de l'aldéhyde sous l'influences des levures.

C. Partant de ces observations, on peut expliquer de la manière suivante une des causes de la formation de l'amertume exagérée de certains fromages :

Les fromages à pâte molle retiennent toujours, au moment de l'emprésurage, une quantité plus au moins grande de lactose. Une fois égouttés, ils sont donc susceptibles de servir de réceptacles aux levures de lactose qui se trouvent abondamment répandues dans les laiteries et notamment sur les appareils de fromagerie, comme l'a fait observer M. Mazé. Les quantités d'aldéhydes produites dépendent d'une foule de circonstances telles que : la nature de la levure, l'importance de l'ensemencement,

(¹) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. VII, 1893.

l'exposition à la lumière, le degré d'alcalinité du milieu, la quantité de lactose et l'aération du fromage. On comprend que l'assemblage de ces facteurs et leur superposition peuvent présenter par leur réunion des conditions très favorables pour la production d'aldéhydes.

Tel est le cas, par exemple, lorsque le caillé aura été préparé à trop basse température ou qu'il aura été trop longtemps égoutté, étant exposé dans l'atmosphère des salles de fromagerie, riches en germes de toutes espèces : de semblables conditions favoriseront la formation et la résinification des aldéhydes, d'où probabilité d'amertume.

Nos observations peuvent déjà donner d'utiles indications pour diminuer les risques d'amertume aldéhydique : une étude plus approfondie permettra de mieux préciser ces indications. Mais en attendant, on peut dès maintenant affirmer qu'un plus grand soin apporté à l'égouttage du caillé et une plus grande propreté dans la tenue de la laiterie diminueraient notablement ces risques.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la toxicité des principes définis du* Tephrosia Vogelii (*Légumineuses*). Note de M. M. **Hanriot**, présentée par M. Armand Gautier.

J'ai essayé les principes actifs retirés du *Tephrosia Vogelii* ([1]) sur des animaux appartenant aux divers degrés de l'échelle animale.

Les Poissons présentent une sensibilité extrême à leur action et ont le plus souvent servi de réactifs pour les caractériser.

Des trois substances que j'ai isolées, la *téphrosine* est de beaucoup la plus active; le *téphrosal* s'est montré peu toxique et l'on peut se demander si l'action minime que l'on a constatée n'est pas due à des traces de téphrosine entraînée par la vapeur d'eau. Lorsque le téphrosal est récemment préparé, il possède une odeur vive, enivrante, et paraît être un appât destiné à attirer le poisson. Le *corps jaune* s'est aussi montré peu actif : sa solution au $\frac{1}{1\,000\,000}$ n'est pas toxique; celle au $\frac{1}{500\,000}$ n'a tué un Cyprin qu'au bout de 2 heures environ. Ici encore on peut se demander, étant donnée la toxicité extrême de la téphrosine et la petite quantité de matière isolée, si la substance était parfaitement pure ou si elle ne contenait pas encore un peu de téphrosine à laquelle serait due son apparente toxicité; du reste les

([1]) Voir *Comptes rendus*, 1906, 2e semestre.

phénomènes observés ont été analogues à ceux que je vais rapporter pour la téphrosine.

Ce corps est presque entièrement insoluble dans l'eau et j'ai été obligé d'employer l'alcool ou la glycérine pour le dissoudre. Les solutions qui ont servi aux expériences sur les Poissons étaient préparées de la façon suivante : on dissout $0^{g},01$ de téphrosine dans 10^{cm^3} d'alcool et l'on étend à 50^{cm^3} avec de l'eau. Cetts solution qui se conserve bien renferme $\frac{2}{10\,000}$ de substance active. On en verse alors le volume voulu dans 1 litre d'eau, pour obtenir la concentration désirée; ces solutions étendues doivent être préparées au moment même de s'en servir, car malgré leur extrême dilution, la téphrosine se dépose rapidement et elles perdent leur activité.

Quand on met un poisson dans ces solutions étendues, il est pris d'une vive excitation et saute fréquemment hors du vase, puis il se calme; ses nageoires se paralysent et se décolorent; il roule dans le liquide, nage le ventre en l'air, puis enfin reste immobile et meurt.

Voici, chez le Gardon, le Tableau des phénomènes observés aux diverses concentrations :

	Durée de l'expérience au moment où l'animal	
	roule.	meurt.
	h m	h m
$\frac{1}{250000}$	0.7	0.30
$\frac{1}{500000}$	0.5	0.15
$\frac{1}{1000000}$	0.7	0.35
$\frac{1}{10000000}$	0.7	1.5
$\frac{1}{25000000}$	0.12	1
$\frac{1}{50000000}$	0.28	1.45
$\frac{1}{100000000}$	1.45	vit le lendemain

Ainsi la concentration semble indifférente jusqu'au $\frac{1}{10\,000\,000}$ et la dose mortelle va jusqu'au $\frac{1}{50\,000\,000}$. Les chiffres précédents ne se rapportent qu'à la concentration de la solution et non au poids de substance toxique absorbée. Il est en effet à remarquer que le poisson est loin de prendre toute la substance toxique du liquide; si l'on y place un deuxième poisson, il meurt aussi vite que le premier et j'ai pu ainsi en intoxiquer un grand nombre dans le même liquide. Le poids de substance active absorbée est certainement infime.

Ne pouvant déterminer directement ce poids, j'ai voulu comparer la téphrosine à la substance définie la plus toxique que l'on connaisse, l'aconitine, employée à dilution égale. On admet que la dose d'aconitine

mortelle pour l'homme est de 6^{mg}. Amenés à la dilution du $\frac{1}{50\,000\,009}$ ces 6^{mg} représenteraient 300 litres.

Ainsi, même en admettant que le pouvoir toxique de l'aconitine ne soit pas annihilé par cette dilution extrême, il faudrait 300 litres de cette solution pour tuer un homme; c'est dire que, pratiquement, elle serait inoffensive. La téphrosine, corps cristallisé et distillable, agit donc à une dilution qui n'avait été jusqu'à présent reconnue que chez les seuls venins et toxines.

Tous les Poissons sont sensibles à l'action de la téphrosine, mais très inégalement; ainsi le Véron l'est moins que le Gardon, puis viennent la Perche, le Cyprin, la Brême, la Tanche et l'Anguille; le moins sensible a été la Lamproie qui a résisté 48 heures dans la solution au $\frac{1}{1\,000\,000}$.

Les Poissons de mer sont aussi intoxiqués par cette substance, mais moins facilement que les Poissons d'eau douce. Mes expériences effectuées au laboratoire de Roscoff ont porté sur les genres suivants : *Blennius, Labrus, Cottus, Scyllium, Conger;* voici les limites extrêmes que j'ai constatées :

Crenilabrus.......	$\frac{1}{5000000}$	mort en $1^h 15^m$
Conger..........	$\frac{1}{1000000}$	mort en $1^h 10^m$

Les autres espèces animales sont infiniment moins sensibles à l'action de la téphrosine : des lapins ont pu manger impunément des feuilles de cette plante et des chiens ont reçu la dose énorme de 1^g de téphrosine mêlée à leurs aliments sans en paraître incommodés. J'ai pu conserver plusieurs jours des grenouilles dans la solution au $\frac{1}{200000}$ dans laquelle les Poissons mouraient presque aussitôt; les Têtards y succombaient en quelques heures, tandis que les Tritons et les Axolotls n'en étaient nullement incommodés.

Les Crustacés ne sont pas non plus bien sensibles à l'action de cette substance : l'Écrevisse, le Crabe, la Langouste ont vécu plusieurs jours dans la même solution; c'est tout au plus si, au début, ils ont présenté quelques phénomènes d'excitation. Une *Anilocra* (Crustacés), fixée sur un *Crenilabrus*, a été introduite dans la solution au $\frac{1}{5\,000\,000}$; le *Crenilabrus* est mort en $1^h 15^m$ tandis que *l'Anilocra* avait le lendemain gardé toute sa vivacité. Dans la même solution les Aplysies (Mollusques) étaient rétractées et immobiles 14 heures après, tandis que divers mollusques à coquille y ont vécu plusieurs jours sans aucun phénomène apparent. Les Arénicoles (Vers) ont présenté dès le début une phase d'excitation marquée par les mouvements plus fréquents de leurs cils, mais n'y sont morts que 3 jours après; enfin des Actinies y sont restées plusieurs jours sans rien présenter d'anormal; seule leur contractibilité était un peu diminuée.

La téphrosine nous apparaît donc bien comme le poison spécifique des Poissons.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés colloïdales de l'amidon.* Note de M. E. Fouard, présentée par M. E. Roux.

I. Dans leurs intéressantes recherches [1], MM. A. Fernbach et Wolff ont indiqué la préparation d'un « amidon soluble », par l'action de l'acide chlorhydrique étendu, de l'eau distillée et de la chaleur.

Cet amidon constitue un colloïde organique, d'une pureté exceptionnelle, dont j'ai étudié les propriétés.

En faisant subir à un amidon cinq épuisements successifs à l'acide, j'ai obtenu cinq lots dont chacun a été débarrassé, par lavage à l'eau distillée, de tout produit soluble. Je ne me suis pas arrêté dans ces lavages au moment trop indécis où les réactifs colorés n'indiquent plus d'acidité sensible, mais à celui où la conductibilité électrique de l'eau de lavage devient constante et définit nettement le degré de pureté de chaque amidon.

Si l'on incinère sur lame de platine l'un quelconque de ces produits, on constate toujours un résidu minéral contenant du phosphore, du silicium, du manganèse, et même des éléments basiques ayant résisté à tous les traitements acides.

Le dosage des cendres et celui de leur acide phosphorique, sur 100^g de chaque amidon (numéroté dans l'ordre de purification), ont donné les nombres suivants, en grammes par kilogramme d'amidon :

	Amidon initial.	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.
Cendres totales........	3,310	1,950	1,715	1,450	1,260	1,240
PO^4H^3................	1,915	1,318	1,177	1,148	1,121	1,117

De ces analyses il résulte que les éléments minéraux, même ceux à réaction basique, adhèrent à l'amidon comme s'ils faisaient partie intégrante de ce corps. Le phosphore s'y trouve l'élément prédominant et aussi le plus permanent, comme l'indique la décroissance à peine marquée de ses derniers dosages.

II. La fixité toute spéciale du phosphore conduirait à supposer, avec certains auteurs, que cet élément existe à l'état organique dans l'amidon naturel. Or, si l'on prépare des solutions à 5 pour 100 des cinq amidons

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1403.

précédents, on peut mesurer pour chacune d'elles deux acidités relativement au méthylorange et à la phénolphtaléine, exprimées ci-dessous en grammes d'acide PO^4H^3 par kilogramme d'amidon.

Acidités PO^4H^3.	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.
A la phénolphtaléine ..	2,120	1,980	1,870	1,750	1,720
Au méthylorange	1,620	1,380	0,480	0,115	0,100

Chaque amidon présente donc les deux acidités caractéristiques de l'acide phosphorique. Mais, si le dernier amidon ne contenait plus sensiblement que du phosphore organique, son acidité résiduelle devrait être unique et très petite; or, elle est double et offre même le maximum de divergence : c'est le caractère précis de l'existence unique du phosphore sous forme de phosphates acides dans le dernier amidon, c'est le rejet de l'hypothèse du phosphore organique.

III. Les pseudo-solutions précédentes ne sont pas rigoureusement transparentes : elles présentent un faible trouble séparable par filtration, donnant un liquide parfaitement limpide, dont l'acidité mesurée se trouve notablement réduite, bien que la filtration n'ait retenu que quelques millièmes d'amidon.

Le granule d'amidon insoluble est donc un fixateur de l'acide extrait du milieu colloïdal. Dès lors, la coagulation de cet amidon colloïdal serait corrélative d'une fixation d'acide, et un excès d'acide libre serait une cause accélératrice : effectivement, une addition d'acide chlorhydrique, sulfurique, phosphorique accélère la coagulation. Celle-ci est d'ailleurs toujours plus rapide à basse température.

Réversiblement, la chaleur ou les alcalis, sur un amidon préalablement coagulé, reproduisent l'état pseudo-soluble, de sorte que *cet amidon colloïdal est le premier colloïde organique bien défini présentant le phénomène de réversibilité.*

L'action des sels précise le mécanisme de la coagulation. Les sels hydrolysés, à réaction acide ou basique, c'est-à-dire libérant dans l'eau un excès d'ions H^+ ou OH^-, agissent comme les acides et les bases. Par contre, les sels neutres n'ont aucune action. Ainsi : 1° les sels de zinc, chlorure, sulfate, nettement acides, sont des accélérateurs de la coagulation; 2° le chlorure de sodium, l'azotate de potasse, les chlorures de manganèse, de lanthane, sels neutres, sont sans influence; 3° le carbonate de potasse,

l'acétate de soude, le phosphate trisodique, à réaction alcaline, redissolvent un coagulum formé.

Or, si on ne peut concevoir une action chimique commune au sulfate de zinc et à l'acide chlorhydrique, on ne peut davantage attribuer au radical phosphorique une action définie, puisque l'acide phosphorique et le phosphate trisodique agissent en sens inverse.

Une cause commune à toutes ces transformations se dégage : la fixation des ions H^+, charges électriques contractant le granule d'amidon vers la forme solide, ou la destruction de ce travail de cohésion par un apport d'ions OH^- neutralisants, d'où relâchement et solubilisation.

IV. L'acide phosphorique, à cause de sa grande capacité d'absorption des bases, à l'état de phosphates plus ou moins acides dans le protoplasma où s'élabore l'amidon, jouerait ce rôle de sensibilisateur, de mordant des ions H^+ ou OH^-, suivant les variations, bien connues en botanique, de la réaction acide ou alcaline du milieu, autour d'un état d'équilibre, et selon les époques de la vie cellulaire.

Par augmentation de l'acidité protoplasmique ou fixation des ions H^+, la gaine de phosphates rendue plus acide coagulerait, immobiliserait l'amidon; par apport d'ions OH^-, l'effet inverse se produirait vers la forme migratrice, livrant au travail d'osmose le transport de l'hydrate de carbone vers ses organes de réserve.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Relations entre l'oxyhémoglobine et les gaz du sang.* Note de MM. **Piettre** et **Vila**, présentée par M. E. Roux.

Dans une précédente Communication nous avons indiqué qu'on obtient aisément des solutions d'oxyhémoglobine particulièrement pure en séparant avec soin les stromas des globules rouges du sang de cheval, lavés dans dix à ving fois leur volume d'eau physiologique. Ces solutions abandonnent au froid de très beaux cristaux mesurant de 3^{mm} à 6^{mm} de longueur.

Les échantillons étudiés contiennent :

Cendres, pour 100	A : 1,16	B : 0,97	C : 0,90
Fer dans la matière organique pure, pour 100 .	A : 0,371	B : 0,378	C : 0,376

Nous nous proposons, en partant de cette substance cristallisée bien définie, de rechercher les combinaisons ou les transformations qu'elle peut subir lorsqu'elle est mise en présence de gaz purs.

Parallèlement, nous indiquerons les expériences faites sur les hématies elles-mêmes; on ne saurait, en effet, négliger une étude comparative si naturelle entre le globule intact et la matière active dont il est le substratum.

La méthode qui consiste à faire absorber les gaz entraîne nécessairement des causes d'erreur qu'il n'est pas possible d'apprécier avec rigueur en raison de la solubilité de ces gaz dans des masses liquides complexes. Afin d'éviter cet inconvénient, nous avons porté notre choix sur les méthodes d'extraction et adopté un dispositif spécialement étudié pour répondre à la diversité des cas. Nous conservons ainsi l'avantage de déterminer expérimentalement, et non par des calculs *a priori*, les gaz que des poids connus d'oxyhémoglobine ou de globules sont capables de dégager spontanément sous l'action du vide et d'un chauffage à 40°.

Ce dégagement est d'ailleurs complet; nous nous en sommes assurés dans plusieurs essais où la température avait été portée à 75°-80°. Cette technique permet de réserver, pour des recherches ultérieures, une substance qu'il est intéressant de conserver intacte.

I. Nous donnons ici le résultat de nos premiers essais sur l'oxyhémoglobine solubilisée dans de l'eau complètement privée de gaz, ou saturée d'oxygène à la pression normale. Sur ces solutions, nous étudions l'influence :

1° De la température à laquelle était porté le liquide saturé d'oxygène avant d'être introduit dans l'appareil ;

2° Du temps écoulé depuis la préparation des cristaux utilisés dans ces solutions ;

3° De la concentration.

Les produits cristallisés proviennent de trois préparations distinctes désignées par les lettres A, B, C, dans les essais où ils figurent. Les solutions sont faites à l'abri de l'air, sur la cuve à mercure, en introduisant les cristaux écrasés, réduits en boules compactes, à surface lisse, dans des cloches contenant de l'eau exempte de gaz.

Les volumes gazeux toute correction faite, ramenés à 0° et à 760^{mm} de pression, sont rapportés à 100^{g} d'oxyhémoglobine cristallisée, sèche, ce qui pratiquement correspond à 1^{l} de sang.

Solutions de cristaux dans l'eau privée de gaz.

					O.	CO^2.
Cristaux A (de 1 jour)	à 17°,	concentration	pour 100 5,21	donnent...	cm³ 77,8	0
» B (de 2 jours)	à 17,	»	2,70	» ...	70,0	0
» C secs (de 3 jours)	à 19,	»	1,85	» ...	7,6	4$^{cm^3}$,3

Tandis que les échantillons A et B étaient conservés dans un endroit frais et humide, le produit C a été, au contraire, séché dans une étuve à 37°.

Solutions saturées d'oxygène a diverses températures

	O.	CO².
Solution à 3,8 pour 100 de cristaux B (de 4 jours) à 6° dégage..........	110,8 cm³	»
» à 3,7 » B (de 9 jours) à 25 »..........	87,6	»
» à 4,9 » B (de 5 jours) à 38 »	50,8	»

Solutions saturées d'oxygène de cristaux d'époques différentes.

1° *Série* A.

	O.	CO².
Solution contenant 4,1 pour 100 de cristaux secs (de 2 jours) à 10° donne..	113,9 cm³	2,6 cm³
» » 4,0 » » (de 3 jours) à 24 » ..	95,0	3,4

2° *Série* B.

	O.	CO².
Solution contenant 3,8 pour 100 de cristaux secs (de 4 jours) à 6° donne..	110,8 cm³	3,1 cm³
» » 4,9 » » (de 5 jours) à 38 » ..	50,8	5,1

3° *Série* C.

	O.	CO².
Solution contenant 8,0 pour 100 de cristaux secs (de 1 jour) à 38° donne..	87,5 cm³	1,2 cm³
» » 5,4 » » (de 12 jours) à 5 » ..	1,3	4,6

Ces résultats indiquent combien est marqué ce qu'on nous permettra d'appeler *le vieillissement* de l'oxyhémoglobine, ensemble de modifications qui débutent à partir du moment où cette substance a été séparée du complexe globulaire.

On remarquera en outre que le facteur concentration est de peu d'importance, comparé aux autres causes de variations.

II. Les hématies lavées aussi parfaitement que possible, puis diluées dans une eau physiologique privée de gaz, ont donné, par des mesures directes, à la température de 17°-20°, les résultats suivants rapportés à 100g de globules supposés secs :

1° *Globules lavés pour la préparation des cristaux d'oxyhémoglobine.*

	O.	CO².
Émulsion globulaire $d = 1{,}11$ à 38,2 pour 100 de matière sèche, dégage .	92,6 cm³	17,1 cm
» » » à 23,4 » » » » .	97,6	7,5

2° *Globules lavés à quatre reprises dans cinq fois leur volume d'eau physiologique.*

Émulsion globulaire à 21,7 pour 100 de matière sèche, dégage........	82,2	13,7

Ces chiffres démontrent nettement que les globules peuvent, sous l'action du vide, laisser dégager des quantités importantes d'acide carbonique. Nous ajouterons que l'existence d'impuretés du sérum comme source de ce gaz ne saurait être invoquée après l'expérience suivante :

100^{cm^3} de la dernière eau de lavage de l'essai (2°) ont donné $3^{cm^3},3$ de gaz contenant seulement $0^{cm^3},4$ d'acide carbonique alors que les globules pour le même volume auraient dégagé $16^{cm^3},9$.

Chacun de ces points mérite une étude spéciale, en particulier les modifications subies par l'oxyhémoglobine dans l'air ambiant, modifications difficiles à déterminer optiquement mais qui se traduisent par une perte d'activité vis-à-vis de l'oxygène et par une libération de plus en plus sensible d'acide carbonique sous l'action du vide.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Influence de la nature physique des parois sur l'activation du suc pancréatique par les sels de calcium.* Note de M. C. **Delezenne**, présentée par M. E. Roux.

On sait depuis longtemps que la nature physique des parois avec lesquelles le sang entre en contact, au sortir des vaisseaux, influence d'une façon très marquée le phénomène de la coagulation spontanée. Un sang qui se prend en caillot en quelques minutes lorsqu'il est recueilli dans un récipient en verre, par exemple, peut demeurer liquide pendant des heures s'il est reçu dans un récipient identique dont on a eu soin d'enduire la paroi d'une couche d'huile, d'une couche de vaseline (Freund), ou, mieux encore, d'une couche de paraffine (Bordet et Gengou).

Dans une série de travaux des plus intéressants, publiés dans ces dernières années, Bordet et Gengou (¹) ont montré que l'action de la paroi paraffinée est indépendante de la présence d'éléments figurés, qu'elle s'exerce tout aussi nettement sur un plasma privé de cellules que sur le sang total, et que son rôle n'est autre que « d'empêcher la transformation du proferment en fibrin-ferment actif ».

L'analogie que j'ai signalée, dans une précédente Note (²), entre l'activation du suc pancréatique par les sels de chaux et la formation du fibrin-ferment, m'a conduit à rechercher si la nature physique des parois avec lesquelles le suc pancréatique est en contact n'exerce pas une influence analogue sur le processus de l'activation.

Du suc pancréatique, dialysé en présence de NaCl à 8 pour 1000 et rigoureusement

(¹) *Annales de l'Institut Pasteur*, 1901, 1903, 1904.
(²) *Comptes rendus*, 18 février 1907.

inactif, est introduit dans deux tubes à essai, aussi identiques que possible, mais dont l'un a la paroi recouverte d'une mince couche de paraffine. A chacun des tubes on ajoute la même dose de $CaCl^2$ (0^{cm^3},1 d'une solution 0,1 Nm par centimètre cube de suc), et on les porte aussitôt dans le thermostat à 40°.

En employant la technique indiquée dans la précédente Note, pour déterminer le moment où l'activation se produit, on peut observer aisément que la trypsine active étant constituée au bout de la cinquième heure, par exemple, dans le tube de verre ordinaire, elle n'apparaît que le quatrième ou le cinquième jour dans le tube paraffiné. Si le paraffinage a été fait dans de bonnes conditions, si le mélange ne renferme point de corps étranger (poussière, débris de ouate, etc.), et si l'on a opéré d'une façon parfaitement aseptique, le suc pourra même être conservé six, huit, dix jours et davantage en tube paraffiné, sans acquérir la moindre activité protéolytique.

Mais si, pendant cette période latente de plusieurs jours, on transvase, à un moment quelconque, une petite portion du liquide dans un tube à essai ordinaire, on constate qu'il suffit de quelques heures de contact direct avec le verre pour que cette portion devienne capable de digérer rapidement la gélatine ou l'albumine. D'autre part, si, au cours des prises successives faites dans le tube paraffiné (avec des pipettes également paraffinées), on met accidentellement à nu une portion même très limitée de la paroi du verre, on observe qu'à partir de ce moment, l'activation se produit avec une grande rapidité.

On pourrait se demander si les différences considérables que nous venons de signaler ne sont pas dues à ce fait que le verre ou même la paraffine cèdent, au liquide qui les baigne, des traces infinitésimales de substances capables de modifier la composition chimique du suc et secondairement la vitesse de l'activation. Il est facile de démontrer qu'il n'en est pas ainsi et que les phénomènes observés dépendent bien de la nature physique de la paroi elle-même.

En effet ;

1° Si l'on substitue au tube de verre un tube de platine, l'activation n'est guère modifiée; par contre, elle subit dans un tube de platine paraffiné le même retard que dans un tube de verre paraffiné;

2° Si l'on introduit dans un suc, mis en tube de verre ordinaire, des fragments de paraffine sous la forme de petits cubes, par exemple, on observe que dans ces conditions il ne se produit jamais de retard de l'activation; bien plus, on constate le plus souvent une accélération nettement marquée.

Si la paroi paraffinée exerce une action empêchante sur la formation de la trypsine par les sels de calcium [1], elle ne modifie en aucune façon les

---

[1] Il est à noter que cette action empêchante ne se manifeste pas lorsqu'on remplace les sels de calcium par la kinase.

propriétés digestives du ferment définitivement constitué : un suc préalablement activé digère, en un temps sensiblement égal, un cube d'albumine en tube de verre ordinaire, ou en tube paraffiné. Par contre, l'action de la paroi peut être mise nettement en évidence si le cube d'albumine est introduit dans le suc en même temps que le sel de calcium ou à un moment quelconque du temps perdu. Alors que le cube d'albumine ajouté au suc pancréatique contenu dans le tube de verre ordinaire est habituellement digéré en 10 à 12 heures au plus, le cube d'albumine introduit dans le suc en tube paraffiné n'est attaqué qu'au bout de 36, 48, 60 heures, quelquefois davantage. Le retard de l'activation est généralement moins marqué cependant dans cette forme particulière de l'expérience, peut-être par le seul fait que le cube d'albumine exerce lui-même, par son contact avec le suc, une action antagoniste de celle de la paroi.

Nous nous sommes adressé, pour toutes les expériences dont il vient d'être question, à des sucs pancréatiques préalablement dialysés. C'est avec ces sucs que l'on obtient, en effet, les résultats les plus nets. Mais il est facile de mettre en évidence l'action de la paroi paraffinée en ayant recours à du suc pancréatique naturel; le retard exercé sur l'activation est toutefois moins marqué, résultat qui ne peut surprendre si l'on se rappelle que l'addition d'un sel de chaux soluble au suc pancréatique naturel détermine la formation d'un précipité de carbonate et de phosphate de calcium dont les particules peuvent agir pour leur part, sur le liquide qui les baigne, uniquement en vertu de leurs propriétés physiques.

J'ajouterai, en terminant, qu'on peut substituer à la paraffine d'autres substances telles que les cires, l'ébonite, etc. A l'encontre du verre ou du platine, ces substances se laissent difficilement mouiller par l'eau et prennent le plus souvent, dans les expériences d'électrisation de contact, des charges négatives. Quelques observations assez curieuses m'invitent à chercher dans cette direction l'explication des phénomènes observés.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur la structure de la forme cubique du chlorate de soude douée du pouvoir rotatoire.* Note de M. **H. Copaux**, présentée par M. A. Haller.

Le pouvoir rotatoire qu'on observe dans certains cristaux, tels que le quartz ou le cinabre, est l'effet d'une structure particulière, que Mallard a comparée à celle des piles de mica de Reusch. On sait en effet que les

propriétés optiques d'un cristal uniaxe, doué du pouvoir rotatoire, peuvent être reproduites artificiellement, par superposition de lames minces de mica biaxe, dont les sections principales sont croisées à 45° ou à 60°.

M. Wyrouboff a montré d'ailleurs que la conception de Mallard est une véritable théorie physique, et non pas seulement une comparaison propre à faciliter les recherches, en mettant en évidence la forme biaxe élémentaire de la plupart des cristaux à pouvoir rotatoire.

Je trouve dans cette même théorie une interprétation satisfaisante de la structure des cristaux cubiques du chlorate de soude, cas particulièrement complexe où nous ne connaissons jusqu'à présent ni l'élément de la structure, ni le mode de groupement auquel il obéit.

1. Le chlorate de soude possède, indépendamment de sa variété cubique, trois formes biréfringentes, dont j'ai repris l'étude et dont les caractères sont exactement les suivants.

L'une des formes, α, est orthorhombique et isomorphe du nitrate de potasse; la seconde, β, est clinorhombique et isomorphe du chlorate de potasse; la troisième, γ, est orthorhombique et quasi-cubique.

Les deux premières, très instables, s'observent avec une facilité relative dans l'évaporation d'une goutte de solution alcoolique de chlorate de soude; la troisième, parfaitement stable, s'obtient par cristallisation du chlorate de soude, en présence de 10 pour 100 de sulfate ou de 50 pour 100 de perchlorate de soude.

Dans le travail que j'ai signalé tout à l'heure, M. Wyrouboff a examiné le cas des cristaux cubiques du chlorate de soude et considéré la forme clinorhombique comme représentant le véritable réseau de ce sel, mais une connaissance plus complète des différentes formes du chlorate de soude et de leurs propriétés ne nous permet plus d'accepter cette opinion.

Ni la forme clinorhombique β, ni la forme orthorhombique α ne peuvent participer à l'édification du cristal cubique, parce qu'elles sont trop biréfringentes et plus solubles que cette variété cubique.

Le pouvoir rotatoire d'un cristal est, en effet, d'autant plus élevé que la biréfringence de ses constituants est plus grande. Or, le pouvoir rotatoire du chlorate de soude est faible et la biréfringence de ses formes α et β est considérable.

En outre, la solubilité est naturellement égale entre un cristal pseudosymétrique et les éléments de sa structure. Or, en suivant au microscope les transformations des cristaux α et β, on voit que la forme α passe au bout de quelques instants à la forme β, que celle-ci se convertit à son tour en

cristaux isotropes, en subissant l'une et l'autre une dissolution préalable plus ou moins complète.

La forme cubique est donc moins soluble que les deux autres.

Donc, la seule des trois formes qui soit capable de contribuer à la structure des cristaux cubiques est la forme γ, orthorhombique, quasi-cubique et peu biréfringente.

2. L'observation suivante confirme l'intervention de la forme γ et nous donne en même temps une représentation visible des croisements grâce auxquels elle parvient à constituer un cristal isotrope.

Lorsqu'on dissout dans l'eau chaude 40 parties de chlorate, 40 de perchlorate et 20 de nitrate de soude, le chlorate de soude se dépose, par refroidissement, sous la forme de cristaux rayonnés plus ou moins confus et parfois d'étoiles à trois branches, très régulières.

Ces étoiles sont constituées par six individus, dont la biréfringence est voisine de celle de la forme γ et qui éteignent deux à deux parallèlement à la droite qui joint leurs sommets. Si l'on examine leurs contours, on y retrouve justement les angles de 45° et de 60°, seuls compatibles avec la théorie des croisements de Mallard.

J'ai voulu m'assurer par analyse que ces cristaux étaient bien constitués par du chlorate de soude et je n'y ai trouvé en effet que 0,5 pour 100 de nitrate de soude. Néanmoins, si petite qu'en soit la proportion, il est permis de se demander si le nitrate est inclus dans le cristal sous la forme de gouttelettes d'eaux mères emprisonnées, ou bien si, régulièrement interposé à l'état solide, il fait partie intégrante de la structure. La première hypothèse me paraît la plus probable.

Quoi qu'il en soit, considérons la forme γ, orthorhombique et quasi-cubique, nous verrons qu'une rotation de 45° autour de l'axe quaternaire remplace la face octaédrique primitive par celle du dodécaèdre rhomboïdal. L'axe binaire devient ternaire et l'on conçoit que par cet arrangement, trois fois répété autour des axes ternaires, on obtienne un assemblage isotrope et doué du pouvoir rotatoire dans toutes les directions.

Ces cristaux nous donnent ainsi une représentation visible de l'enchevêtrement intime et invisible auquel le chlorate de soude cubique doit ses propriétés.

En résumé, les cristaux cubiques du chlorate de soude doivent leur pouvoir rotatoire aux macles particulaires d'une forme orthorhombique, quasi-cubique et peu biréfringente.

BOTANIQUE. — *Contribution à l'étude anatomique des* Raphia *de Madagascar.* Note de M. P. Claverie, présentée par M. Gaston Bonnier.

On admet toujours qu'il n'existe à Madagascar qu'une espèce de *Raphia*, qui serait le *Raphia Ruffia* Mart. (*Raphia pedunculata* Pal. Beauv.).

Cependant, le commerce européen établit une distinction entre les bandes de *Raphia* qui nous sont envoyées en Europe, par Tamatave, de la côte Est, et celles qui proviennent de la côte Ouest, par Majunga.

Les premières, dites *raphia sombre*, sont moins estimées, parce qu'elles sont moins tenaces que les secondes, qui sont le *raphia clair*.

Déjà ce fait avait attiré l'attention de Sadebeck (1), qui a cherché à reconnaître si la différence tient au mode de préparation, ou si elle n'est pas uniquement la conséquence d'une différence spécifique.

L'étude anatomique peut évidemment sur ce point fournir une première indication.

On sait que ces bandes sont l'épiderme supérieur des jeunes feuilles, accompagné des faisceaux fibreux sous-jacents.

Or, d'après Sadebeck, dans les bandes de la côte Ouest, ces faisceaux, dans la partie moyenne de la feuille, sont larges, étalés et très rapprochés, tandis que, dans les bandes de la côte Est, ce qui expliquerait leur plus faible résistance, ces mêmes faisceaux sont plus cylindriques, plus étroits et sont séparés par de plus larges intervalles de tissu mou.

En outre, dans les premières, les éléments fibreux sont à cavité centrale étroite dans la zone moyenne de la feuille, à cavité large à la base ; dans les seconds, ces mêmes éléments sont à lumen étroit, aussi bien à la base que dans la partie moyenne.

Et, s'appuyant sur ces caractères, Sadebeck conclut que le *Raphia* de la côte Est n'est pas la même espèce que celui de la côte Ouest ; ce serait le *Raphia tamatavensis* Sadeb.

Mais peut-être est-il imprudent de créer ainsi une nouvelle espèce d'après une simple donnée anatomique, empruntée à un fragment de feuille ; et c'est, croyons-nous, ce que nous avons constaté.

Nous avons eu, en effet, à notre disposition un assez grand nombre de bandes de *Raphia*, provenant de divers points de Madagascar, et d'origine certaine. Ces bandes ont été données par l'Exposition coloniale de Marseille au Laboratoire de Botanique agricole de la Faculté des Sciences de Marseille.

Or tous ces échantillons sont loin de se rattacher exclusivement aux deux types de structure admis par Sadebeck.

---

(1) R. Sadebeck, *Der helle und der dunkle Raphiabast von Madagascar* (*Botanische Jahrbücher*, t. XXXVI).

Nous développerons ces différences dans un travail ultérieur ; nous résumons seulement ici nos principales observations.

Dans les bandes de *Raphia* provenant de Majunga, de Mevatanana, de Nossi-Bé et d'Andevorante, on trouve bien, sous l'épiderme supérieur, des faisceaux larges et rapprochés, qui sont formés, dans la partie moyenne de la feuille, par des fibres à canal étroit, et, à la base, par des fibres à large ouverture centrale.

De même, d'autre part, dans les lanières de Mananjary, de Sainte-Marie et d'Antongil, les faisceaux sont cylindriques et espacés, et constitués dans toute leur longueur par des fibres à lumière toujours étroite.

Mais on ne retrouve plus ni l'un ni l'autre de ces deux types (qui sont les deux types établis par Sadebeck) dans les échantillons d'Ambositra et de Mandritsara, car là les faisceaux, quoique larges et rapprochés (caractère du *raphia clair* de Sadebeck), sont formés, même à leur base, par des fibres à canal réduit (caractère du *raphia sombre*). Inversement, dans les lanières provenant de Vohémar et des provinces des Betsimisaraka, les faisceaux sont cylindriques (caractère du *raphia sombre*), mais constitués à leur base par des fibres à membrane mince (caractère du *raphia clair*).

Nous avons donc ainsi quatre types de structure, et non deux.

Mais, au surplus, si l'on ne tenait compte que des caractères indiqués par Sadebeck, on ne comprendrait pas les différences de résistance des lanières, car il n'y a nulle concordance entre la plus ou moins grande ténacité et les seuls caractères anatomiques relevés par le botaniste allemand.

D'après nos essais, en effet, sont très résistantes les lanières de Majunga (10^{kg}, pour des lanières de $0^{m},80$ de longueur et $0^{m},02$ de largeur), Mananjary (9^{kg}), Sainte-Marie ($8^{kg},500$), Mevatanana (8^{kg}), Mandritsara (8^{kg}) et Vohémar ($7^{kg},800$), et moins fortes, au contraire, les bandes d'Andevorante ($4^{kg},100$), d'Antongil ($4^{kg},100$), de Nossi-Bé ($4^{kg},500$), d'Ambositra ($4^{kg},500$) et des Betsimisaraka (6^{kg}).

Nous croyons que ces différences s'expliquent beaucoup mieux si, au lieu de considérer uniquement la forme et le rapprochement des faisceaux, on envisage surtout le nombre de fibres de chaque faisceau, en même temps que le diamètre total de chaque élément et l'épaisseur de la membrane.

Dans les lanières très résistantes de la première catégorie, les faisceaux sont composés de nombreuses fibres très grosses et à membrane très épaisse.

Dans les lanières plus faibles de la seconde catégorie, régulièrement ces faisceaux sont formés d'un plus petit nombre de fibres, qui sont plus fines et à paroi plus mince.

En résumé, il est permis d'émettre des doutes sur la réalité de l'espèce de *Raphia* créée par Sadebeck, car, en prenant comme points de repère les seuls caractères histologiques donnés par cet auteur, on serait tout aussi bien amené à admettre un plus grand nombre d'espèces.

Or, il est très possible qu'il y ait plusieurs espèces de *Raphia* à Madagascar, et cette supposition est encore confirmée par les fruits que nous avons vus et qui nous ont été envoyés de divers points de l'île. Ces baies cortiquées sont de formes assez différentes entre elles, et les indigènes l'ont bien remarqué, puisque dans une même région, comme celle d'Andriba, ils distinguent le *Raphia lahy* (ou mâle) et le *Raphia vavy* (ou femelle).

Mais nous croyons avoir prouvé qu'il faut d'autres indications que celles que fournit l'anatomie pour préciser le nombre de ces espèces et se décider à en créer de nouvelles.

Une autre conclusion — et non la moins importante au point de vue pratique — qui découlerait de nos essais de résistance ainsi que de nos observations anatomiques, serait que la distinction n'est pas toujours aussi tranchée que veut bien le dire Sadebeck, entre les bandes de *Raphia* de l'Ouest et celles de l'Est.

De la côte Ouest peuvent venir des bandes assez cassantes, et inversement, de la côte Est, des bandes fortes.

Dans ces conditions, il y aurait lieu de s'assurer si certaines provenances de la côte Ouest, comme celle de Nossi-Bé, ne bénéficient pas injustement de la faveur attribuée, d'une manière générale, aux *Raphia* de cette côte et si, de même, certaines provenances de la côte Est ne sont pas, à tort, dépréciées par la faible valeur réelle de beaucoup de *Raphia* de cette région orientale.

ZOOLOGIE. — *Sur les Poissons comestibles du lac Mélah (La Calle, Algérie).* Note de M. J. Bounhiol, présentée par M. Alfred Giard.

Dans une précédente Communication [1] j'ai signalé quelques-unes des particularités remarquables que présente le lac Mélah, irrégulièrement saumâtre. J'y ajouterai aujourd'hui quelques brèves indications sur une partie de sa faune, tout entière à étudier, et sur le parti qu'il serait très facile d'en tirer au point de vue économique. Dans un prochain travail, plus étendu, je publierai toute une série d'observations et de documents, qui serviront à établir la première ébauche de son histoire biologique.

Une assez nombreuse population ichthyologique habite le lac Mélah.

[1] Voir *Comptes rendus* du 25 février 1907.

J'y ai reconnu les espèces suivantes :

Labrax Lupus Cuv. et Val.;
Mugil cephalus Linn.;
Mugil capito Cuv. et Val.;
Mugil chelo Cuv. et Val.;
Mugil auratus Riss.;
Chrysophris aurata Cuv. et Val.;
Anguilla Callensis Guich.;
Umbrina vulgaris Cuv. et Val.;
Sargus Rondeletii Cuv. et Val.;
Sargus Salviani Cuv. et Val.;
Sargus annularis Cuv. et Val.;
Solea cinerea Val.;
Mullus barbatus Linn.

Les individus appartenant aux genres *Labrax, Mugil, Chrysophris, Anguilla* représentent, à eux seuls, les huit dixièmes de la population totale. Plusieurs des espèces observées paraissent constituer des variétés très nettes, le *Mugil chelo,* le *Mugil auratus,* le *Chrysophris aurata,* l'*Umbrina vulgaris,* notamment.

J'ai trouvé, en octobre 1906, dans l'estomac des Mulets de nombreux Crustacés et des débris d'Algues et de Naïadées; dans celui des Loups : des débris d'Annélides, des alevins de Téléostéens, des filaments de *Naïa muricata* Delile; dans celui des Daurades : des Isopodes, des Diatomées, des Cladocères, des fragments de Crabes et de petits Mollusques.

Au point de vue de leur maturité sexuelle et de la période de la ponte, j'ai pu préciser, par des séries d'examens de la glande génitale, les périodes de ponte suivantes :

Espèces.	Périodes de ponte.
Labrax Lupus Cuv. et Val.	Du milieu d'août à fin septembre.
Mugil cephalus Linn. *Mugil capito* Cuv. et Val.	Du commencement d'août à fin octobre.
Chrysophris aurata Cuv. et Val.	Deux périodes (décembre et janvier, mars et avril) séparées par un mois de stérilité à peu près complète.
Umbrina vulgaris Cuv. et Val.	Du milieu d'avril à fin juin.
Solea cinerea Val.	De fin janvier à août.

Si l'on compare ces résultats à ceux déjà signalés par Marion et Gourret à Marseille, par divers naturalistes à Naples, on est frappé par ce fait que,

au lac Mélah, pour ces quelques espèces, *la période de fertilité et de ponte est beaucoup plus longue*.

J'ai noté, d'autre part, que tous ces animaux trouvent, en toute saison, dans le lac, une nourriture abondante, animale et végétale. La rapidité de la croissance, sur laquelle je continue d'intéressantes observations, paraît aussi plus grande.

La population ichthyologique du lac Mélah, si l'on en juge par l'exploitation très primitive dont elle est l'objet, est cependant moins dense que celle des lacs tunisiens. Je montrerai que ce fait tient principalement au régime de températures trop élevées du lac qui cause la mort d'un grand nombre d'œufs et d'alevins. Il tient peut-être aussi aux variations trop brusques de la densité de l'eau ainsi qu'à l'impossibilité des échanges permanents d'adultes et d'alevins entre la mer et le lac.

Toutes ces causes proviennent d'ailleurs de l'absence de communication du lac avec la mer pendant près de la moitié de l'année. Quelques travaux d'aménagement pourraient assurer très facilement la permanence de cette communication et donner ainsi au lac Mélah, avec un régime abaissé et plus régulier de température, une salure plus constante et plus élevée, avec la possibilité d'un empoissonnement normal et facile par la mer.

Pour fixer les idées sur l'importance de ces travaux, je me bornerai à dire que le devis qui vient d'en être fait s'élève à peine à 12000^{fr}. Moyennant cette dépense insignifiante, le lac Mélah deviendra un magnifique bassin de pisciculture naturelle, à grand rendement économique, capable de redonner à la région de La Calle, l'une des plus pittoresques de l'Algérie, la prospérité qu'elle a perdue et dont elle jouissait naguère au temps du corail.

TÉRATOLOGIE. — *Une forme nouvelle de l'évolution anidienne*. Note de M. **Jan Tur**, présentée par M. Alfred Giard.

Nous connaissons actuellement trois formes principales de l'évolution des blastodermes d'oiseau dits « sans embryon » ou anidiens embryonnaires : (*a*) les blastodermes sans embryon et sans aire vasculaire ; (*b*) sans embryon, mais pourvus d'un réseau vasculaire ; (*c*) les blastodermes « zonaux » à aire opaque développée et avec un trou central occupant la place de l'aire transparente. Je crois pouvoir ajouter à ces trois formes une

quatrième : elle consiste en une prolifération exagérée de l'ectoderme de l'aire transparente, qui tend à transformer tout l'écusson embryonnaire en un amas ectodermique très épais et plus ou moins irrégulier. Les linéaments du corps embryonnaire proprement dit ne parviennent pas ici, selon toute apparence, à se constituer, ce qui est le caractère essentiel de l'anidie embryonnaire.

J'ai trouvé un cas très *typique* de cette forme nouvelle de l'anidie dans un blastoderme de Corbeau freux (*Corvus frugilegus* L.). Au centre de l'aire transparente, normalement développée, se trouvait une tache sombre et légèrement allongée, un peu rétrécie dans sa partie postérieure et sillonnée dans toute son étendue par des dépressions très étroites, irrégulières, se ramifiant et s'entrecroisant. L'ensemble de toute cette formation produisait l'impression vague de la surface supérieure du cerveau des gyrencéphaliens..... Pas de trace d'une formation comparable à une ébauche définissable quelconque.

L'examen de coupes sériées montre, en effet, que tout l'écusson embryonnaire est envahi par un amas d'éléments ectodermiques démesurément prolifères, possédant partout les caractères typiques des éléments de la ligne primitive : cellules étroitement serrées les unes contre les autres, à contours indistincts et à grands noyaux très rapprochés. La surface inférieure de cet amas ectodermique (dont l'épaisseur atteignait 110^{μ}!) est nettement séparée de l'ectoderme vitellin sous-jacent; sa surface supérieure abonde en saillies globuleuses de tailles diverses, délimitées par des gouttières étroites.

Ce blastoderme représente jusqu'ici un cas unique; je crois possible de le classer parmi les types de *l'anidie embryonnaire*. La nature précise du processus d'où il dérive est, évidemment, très difficile à déterminer; on pourrait peut-être le rapprocher d'une série de faits empruntés à l'embryogénie du Corbeau freux aussi bien qu'à celle d'autres oiseaux.

M. P.-J. Mitrophanow, en étudiant de nombreux embryons de Corbeau freux [1], a observé plusieurs cas de « nœud primitif » (homologue du nœud de Hensen, lequel chez le Corbeau freux, se forme bien avant l'apparition de la ligne primitive), où la prolifération cellulaire paraissait exagérée et touchant à la monstruosité. L'épaisseur d'un de ces « nœuds » atteignait 80^{μ}, Dans le matériel qui me fut obligeamment confié par mon maître, j'ai trouvé plus tard un autre embryon de même stade où cette formation mesurait 120^{μ} d'épaisseur ! On peut se demander si l'apparition de ces « nœuds primitifs » hypertrophiés n'est pas attribuable à un processus analogue à celui qui a provoqué la formation de mon anidien.

---

(1) Paul Mitrophanow, *Ueber die erste Entwicklung der Krähe* (*Corvus frugilegus*) (*Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, t. LXIX, 1901, p. 4).

Chez les embryons de Poule, les cas d'hyperprolifération cellulaire de la ligne primitive sont assez rares.

J'ai cependant trouvé un blastoderme, incubé pendant 20 heures 30 minutes, où la ligne primitive, longue et extraordinairement large, mesurait en épaisseur 196$^{\mu}$. La formation normale, quoique fortement hypertrophiée, conservait sa topographie et ses contours généraux ordinaires. Sans doute, il est difficile de rapprocher directement cette monstruosité de l'anidie proprement dite; néanmoins, nous avons ici une preuve que les premiers linéaments du corps embryonnaire peuvent être le siège d'une activité exagérée. D'autres cas parlent dans le même sens; chez quelques embryons de Poule (¹) et, d'une façon presque constante, chez les embryons de Pintade (*Numida meleagris*), la partie caudale de la ligne primitive s'élargit parfois en formant un *nœud caudal*. Dans quelques cas, le *nœud* en question se forme au niveau du passage de l'aire transparente à l'aire opaque, en prenant un aspect et des dimensions tout à fait monstrueuses. Il se constitue là un amas globuleux et irrégulier d'un tissu extrêmement épaissi, purement ectodermique, ainsi que le montrent les coupes sériées; l'épaisseur de ce tissu dépasse 90$^{\mu}$; son apparition coïncide ordinairement avec un très faible développement de la partie antérieure de la ligne primitive. Ajoutons que l'aspect extérieur de ces formations, ainsi que leurs caractères histologiques, offrent une extrême ressemblance avec ceux qui envahissent tout l'écusson embryonnaire de mon anidien de Corbeau freux.

Ainsi, la prolifération de l'ectoderme qui s'effectue au stade de la formation de la ligne primitive et qui, au cours de l'évolution normale, est strictement localisée, peut s'engager dans des voies anormales. Tantôt l'excès de croissance de la masse ectodermique s'accentue tout le long de la ligne primitive, tantôt il reste limité à son extrémité antérieure (*nœud primitif*, chez le Corbeau freux); tantôt il est borné à un développement excessif et irrégulier du *nœud caudal*. Je n'ose pas rapprocher directement ces faits des processus, encore à définir, qui ont produit notre anidien à l'ectoderme excessivement épaissi; mais je ne crois pas impossible qu'une prolifération ectodermique surabondante, en se répandant en dehors du foyer de la gastrulation, ne puisse envahir l'écusson embryonnaire, en le transformant en une masse cellulaire uniformément épaissie. S'il en advenait ainsi nous aurions probablement ici un nouvel exemple de *formation diffuse* (Ét. Rabaud).

Quelles que soit l'origine et la nature du processus, cette forme nouvelle d'anidie embryonnaire touche à l'un des problèmes fondamentaux de la Tératologie générale : à la théorie classique de l'*arrêt* et de l'*excès de déve-*

(¹) Rückert [*Die erste Entstehung der Gefässe und des Blutes bei wirbeltieren* (*Handbuch* d'Hertwig, 1906, p. 1203)] désigne cette formation sous le nom d'une *verbreiterte Kaudalende des Primitivstreifens,* en la considérant comme le centre formatif de l'aire vasculaire. D'après mes observations, qui vont être publiées bientôt, l'embryon figuré par Rückert représente une forme rare de variation, touchant à la monstruosité.

loppement. Nous avons ici un *excès* indubitable de la croissance de l'ectoderme de l'écusson embryonnaire ; mais de cet excès spécial résulte directement un *arrêt* complet des différenciations qui devraient former le corps même de l'embryon.

Cet arrêt des différenciations est typique pour les anidiens (Ét. Rabaud); or, le terme d'*arrêt* ne peut être appliqué ici avec sa signification classique d'une *persistance d'un état embryonnaire antécédent*. Parallèlement à cet arrêt des différenciations organogéniques, l'autre terme du développement, la croissance de la masse embryonnaire, est ici bien loin d'être frappée. [A comparer l'étude de Ét. Rabaud, *Fragments de Tératologie générale. L'arrêt et l'excès de développement* (*Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 1901.)]

ZOOLOGIE. — *Sur l'existence chez les Sipunculides de Schizogrégarines appartenant à la famille des Selenidiidæ*. Note (¹) de MM. **L. Brasil** et **H.-B. Fantham**, présentée par M. Yves Delage.

Les Grégarines des Sipuncules n'ont pas échappé aux observateurs. Cuénot, en particulier, signale leur présence chez *Phascolosoma vulgare* Blainv. (²) et, tout récemment, le Professeur Giard appelait l'attention de l'un de nous sur un *Selenidium* qui, à Wimereux, parasite abondamment *Petalostoma minutum* Kef. Nous poursuivions l'étude de ces Grégarines, décidés à ne rien publier avant d'avoir élucidé leur évolution, au moins dans ses grands traits. Une Note de Dogiel (³) nous oblige à rompre le silence plus tôt que nous ne l'aurions désiré.

Dogiel décrit chez *Sipunculus nudus* L. une Schizogrégarine intestinale qu'il nomme *Schizocystis sipunculi*. La Grégarine paraît présenter les caractères structuraux et les mouvements des *Selenidium* des Annélides polychètes, mais le processus de la schizogonie serait très différent de ce qu'ont observé d'une part Caullery et Mesnil, de l'autre Brasil, chez ces *Selenidium*, plus different encore de ce qui se passe chez *Schizocystis gregarinoides* Léger. Chez les *Selenidium* des Annélides, et il semble en être

---

(¹) Présentée dans la séance du 25 février 1907.

(²) Cuénot, in *Zoologie descriptive*, 1900, t. I, p. 241.

(³) Dogiel, in *Archiv für Protistenkunde*, 1907, Bd. VIII, p. 203.

de même chez *Schizocystis gregarinoides*, le noyau primitif du schizonte ne coexiste pas avec les petits noyaux qui en dérivent. Puis, caractère de haute importance, pour *Schizocystis gregarinoides* le volume du schizonte s'accroît en même temps que le nombre de ces petits noyaux. La Schizogrégarine de Dogiel est donc très dissemblable de celle de Léger. Elle ne peut faire partie du genre *Schizocystis*. Provisoirement nous la placerons dans le genre *Selenidium* à cause de sa forme, de ses stries longitudinales, de ses mouvements. A coup sûr elle appartient à la famille des *Selenidiidæ*.

Les Schizogrégarines que de notre côté nous avons observées, sont représentées par deux espèces. Nous les avons trouvées en abondance à Roscoff et à Luc-sur-Mer chez *Phascolosoma vulgare* Blainv. et chez *P. elongatum* Kef. Ce sont des *Selenidiidæ*. Elles vivent dans le tube digestif, libres dans sa cavité ou fixées sur l'épithélium. Vermiformes, elles sont mobiles à la manière des *Selenidium* des Polychètes. Les deux extrémités du corps sont acuminées et sa surface parcourue par des stries longitudinales. C'est le nombre et la disposition de ces stries qui différencient jusqu'à présent les deux espèces.

La première est de section rectangulaire. Chacune des deux larges faces porte deux sillons longitudinaux étroits, mais profonds, en tout cas très apparents. Les deux autres faces présentent chacune deux et parfois trois stries longitudinales au contraire peu accentuées. Dans cette espèce, que nous avons vu atteindre jusqu'à 350$^{\mu}$ en longueur, deux formes existent, reliées d'ailleurs par des intermédiaires : une forme effilée et une forme trapue. Chez les formes effilées, où la largeur peut ne pas dépasser le quinzième de la longueur, le noyau est presque sphérique, déterminant souvent une saillie sur l'effilement du corps. Dans les individus massifs, où la largeur peut atteindre le tiers de la longueur, le noyau est étiré transversalement. L'extrémité antérieure s'acumine brusquement, l'extrémité postérieure progressivement sur une grande longueur pour se terminer aussi en une pointe aiguë. Ce dernier caractère sépare la présente espèce de la Grégarine du Siponcle à laquelle elle paraît par ailleurs ressembler extérieurement beaucoup.

La deuxième Grégarine des Phascolosomes montre à sa surface un grand nombre de fines stries longitudinales également espacées, de 30 à 40. La section du corps est circulaire. Ici encore les deux formes existent, mais les individus les plus grêles ne le sont pas relativement à un degré aussi accentué que dans l'espèce précédente. La largeur ne semble pas s'abaisser au-dessous du huitième de la longueur.

Pour ces deux Grégarines des Phascolosomes, les individus libres dans la cavité digestive ou fixés sur sa paroi sont tous des gamétocytes, les schizontes sont logés à la partie profonde de l'épithélium intestinal. C'est exac-

tement ce qui a lieu chez *Selenidium Caulleryi* Brasil, à l'encontre de ce que Dogiel décrit chez son *Schizocystis* où les schizontes seraient libres dans la cavité intestinale et ne différeraient pas extérieurement des individus demeurant uninucléés. Chez les Phascolosomes, les schizontes forment des kystes ovales faisant à la base de l'épithélium une légère saillie dans le cœlome. Chacun d'eux contient de 30 à 40 mérozoïtes, souvent assez régulièrement rangés en un faisceau. Ces mérozoïtes sont de petits corpuscules claviformes, à peine arqués, longs d'environ 12^{μ}. L'une des extrémités est arrondie, l'autre pointue. Le noyau ovale mesurant $1^{\mu},5$ dans son grand axe est rejeté vers cette dernière. Les mérozoïtes en liberté exécutent les mouvements des corpuscules similaires.

Sur la reproduction sexuée nous savons peu de chose encore, si ce n'est qu'elle semble s'effectuer suivant le schéma bien connu. Nous dirons seulement que pour la Grégarine à fines stries l'accouplement est latéral (il est extrême chez les *Selenidium* des Polychètes); puis que la division nucléaire dans le kyste ne présente pas les particularités décrites chez ces mêmes *Selenidium* par Caullery et Mesnil.

Un dernier mot. Souvent les gamétocytes des Grégarines des Phascolosomes sont eux-mêmes parasités par le Sporozoaire si fréquent chez les *Selenidium* des Polychètes et dont Caullery et Mesnil ont signalé le stade en morula, mais dont il existe beaucoup d'autres états [1], que d'ailleurs nous avons retrouvés presque tous chez les Grégarines des Phascolosomes. C'est là une observation qui n'est pas dépourvue d'intérêt. Nous ne serions pas autrement surpris de voir démontrer un jour que la schizogonie particulière dont Dogiel dote son *Schizocystis sipunculi* fait partie du cycle évolutif d'un tel petit Sporozoaire. Nous connaissons des stades bien voisins. Et cela expliquerait la persistance du noyau primitif dans le schizonte plurinucléé de Dogiel. De nombreux exemples de *Selenidium* parasités nous ont toujours montré le noyau respecté par le parasite et ne finissant par s'altérer que dans les cas d'infection intense.

---

[1] Entre autres les inclusions vues par Léger chez des *Platycystis* (= *Selenidium*) de l'*Audouinia*.

MÉDECINE. — *Réclamation de priorité au sujet d'une Note de M.* Maurice Dupont. Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. d'Arsonval.

Je demande la permission de rappeler que, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 8 février 1897 sous le titre : *Un nouveau procédé d'électrisation*, j'ai décrit un procédé qui ne diffère pas, au point de vue technique, de celui que M. Dupont a indiqué dans les *Comptes rendus* du 11 février 1907.

PHYSIOLOGIE. — *Physiologie de l'hypophyse du cerveau.* Note de M. C. **Paulesco**, présentée par M. Armand Gautier.

Considérations morphologiques. — Au cours des recherches que nous avons entreprises sur la physiologie de l'hypophyse, nous avons été amené à nous occuper également de la morphologie de cet important organe, afin de trouver, parmi les divers animaux, les sujets les plus convenables à l'opération de l'hypophysectomie totale et partielle.

Nous avons, à cette fin, étudié l'hypophyse dans toute la série des vertébrés (poissons, batraciens, reptiles, oiseaux, mammifères) [1] et nous avons constaté que le chat et surtout le chien sont les animaux qui se prêtent le mieux à ces sortes de recherches expérimentales.

L'hypophyse, chez le chien et chez le chat, n'est pas enfermée dans une loge ostéo-fibreuse et peut être facilement extirpée. Elle se compose de deux portions ou lobes :

1° Le lobe nerveux central, dont la substance se continue directement avec l'infundibulum du cerveau, et dans lequel se prolonge un diverticule du troisième ventricule;

2° Le lobe épithélial, formé de deux couches :

a. Une couche dite *médullaire* qui entoure immédiatement le lobe nerveux;

b. Une couche dite *corticale* ou *périphérique*, qui est séparée, par une fente circu-

(1) Pour de plus amples renseignements sur la morphologie et la physiologie de l'hypophyse, voir une brochure qui va paraître prochainement : Paulesco, *L'hypophyse* (Vigot, édit.), Paris, 1907. Cette publication contient aussi une introduction historique, la description des divers procédés d'hypophysectomie, ainsi que l'exposé détaillé de faits expérimentaux.

laire, de la couche médullaire sous-jacente avec laquelle elle se continue au niveau du pédicule de l'organe. Cette couche corticale fait défaut au niveau de l'extrémité inférieure de l'organe où le lobe nerveux vient en contact immédiat avec le périoste de la selle turcique auquel il adhère.

L'hypophyse reçoit ses vaisseaux du polygone artériel de la base du cerveau; une petite artériole, qui l'aborde par son extrémité inférieure, lui vient de la selle turcique.

Hypophysectomie. — L'hypophysectomie a été pratiquée sur divers animaux : la grenouille, la poule, le lapin et surtout le chien et le chat.

Les procédés opératoires employés par les auteurs peuvent être groupés en trois catégories, suivant que l'hypophyse est abordée :

1° Par la *voie buccale* (Marinesco, Vassale et Sacchi, Caselli, Gatta, Friedmann et Mass, Dalla Vedova, Gaglio, Pirrone);

2° Par le *haut du crâne* (Gley, Lomonaco et Van Rynberk);

3° Par la *fosse sphéno-palatine* (Caselli, Fichera, Pirrone).

Mais, en présence des résultats contradictoires fournis par ces procédés, nous avons cru devoir reprendre ces recherches par une méthode nouvelle qui évite les inconvénients des méthodes précédentes (infection d'origine buccale, lésions cérébrales, hémorragies, etc.), et nous avons imaginé d'aborder l'hypophyse par la *voie temporale*.

Procédé opératoire. — Notre procédé comprend neuf temps :

1° Incision cutanée sur la ligne médiane;

2° Incision des muscles temporaux des deux côtés parallèlement à leur insertion supérieure; mise à nu de l'os temporal dont on détache, avec une rugine, le segment inférieur du muscle sectionné;

3° Résection de l'arcade zygomatique droite;

4° Trépanation bilatérale du crâne et formation de deux larges fenêtres osseuses temporales;

5° Incision de la dure-mère;

6° Soulèvement du cerveau à l'aide d'un écarteur spécial;

7° Ablation de l'hypophyse que l'on détache du cerveau et de la selle turcique avec une petite curette;

8° Sutures musculaires, aponévrotique et cutanée;

9° Pansement aseptique.

L'opération, en tant que traumatisme, est d'une inocuité absolue, ainsi que le prouvent trois expériences comparatives dans lesquelles les animaux, qui ont subi cette opération mais dont l'hypophyse est demeurée intacte, ont survécu indéfiniment sans présenter aucun désordre appréciable.

Résultats. — *a.* L'*hypophysectomie totale* est suivie, à bref délai, de la mort de l'animal. La durée moyenne de la survie est de 24 heures (24 expériences).

Quand la survie est plus longue (elle peut être même indéfinie), on trouve à l'autopsie des débris de la portion épithéliale de l'hypophyse, parfois minimes et même microscopiques, qui ont échappé à la destruction et sont demeurées vivaces (14 expériences).

L'insuffisance du fonctionnement de l'hypophyse, à la suite de l'hypophysectomie totale ou presque totale, ne se manifeste par aucun désordre particulier et, dans les cas de survie prolongée, il ne se produit aucun trouble trophique appréciable au niveau des extrémités (museau, membres).

b. Hypophysectomies partielles. — L'ablation d'une partie de la substance corticale du lobe épithélial de l'hypophyse permet la survie indéfinie de l'animal et ne donne lieu à aucun désordre manifeste (3 expériences).

Par contre, l'ablation de toute cette portion de l'hypophyse équivaut à l'hypophysectomie totale ou presque totale (7 expériences).

L'ablation du lobe nerveux de l'hypophyse est compatible avec la survie indéfinie de l'animal et ne produit aucun désordre appréciable (5 expériences).

Nous avons exécuté aussi quelques *expériences comparatives* qui démontrent que :

a. L'ouverture du troisième ventricule n'est pas mortelle (3 expériences

b. Les lésions de la base du cerveau, au pourtour de la région infundibulaire, ne constituent pas non plus une cause de mort rapide (4 expériences);

c. La séparation de l'hypophyse de la selle turcique est une opération anodine (3 expériences);

d. Par contre, la séparation de l'hypophyse de la base du cerveau équivaut à une hypophysectomie totale ou presque totale (6 expériences).

En résumé, l'hypophyse est un organe indispensable à la vie, son absence étant rapidement mortelle. Des diverses parties qui la constituent, la plus importante, au point de vue fonctionnel, est la couche corticale du lobe épithélial.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'absorption intestinale, la formation et l'utilisation des réserves chez les Rotifères.* Note de M. P. DE BEAUCHAMP, présentée par M. Yves Delage.

Les animaux transparents sur lesquels il est possible d'observer directement pendant la vie les phénomènes intimes de l'absorption et de la secrétion peuvent nous fournir sur eux des données fort intéressantes et nous éviter les erreurs dues aux précipités et artefacts divers que produisent les réactifs histologiques. Les expériences dont il s'agit ici ont été faites sur *Hydatina senta* (O.-F. Müller), nourrie exclusivement de petits Infusoires *incolores* pour éviter les complications introduites dans les processus digestifs par la présence de pigments tels que la chlorophylle, et que j'aurai plus tard l'occasion d'étudier; en même temps que l'observation sur le vivant avec l'aide de la coloration vitale au neutralrot, j'ai employé la méthode des coupes et les colorants usuels.

L'estomac de la jeune Hydatine au sortir de l'œuf est formé par une seule couche de cellules régulièrement ordonnées, sans basale ni plateau nets, mais tapissées intérieurement de cils longs et délicats. On peut distinguer dans leur protoplasma une partie proximale finement granuleuse, une partie distale homogène où se trouve le noyau arrondi, à karyosome unique. Les limites cellulaires, peu nettes pendant la vacuité de l'estomac, existent pourtant, contrairement à une opinion courante. Si l'on alimente l'animal, on voit très vite (au bout d'une demi-heure à peine) apparaître dans la partie interne une couche de grains très fortement colorés dans leur ensemble, mais dont quelques-uns déjà sont incolores. Ils augmentent rapidement en taille et en nombre, finissent par envahir la partie externe de la cellule qu'ils distendent et passer en dehors du noyau. Leur taille et leur disposition sont très variées, mais, au moins au début, les plus petits sont en dedans, formant une couche très serrée qui borde la lumière, les plus gros en dehors, en un amas latéral au noyau. A ce stade, réalisé au bout de quelques heures, ils sont presque tous incolores, les plus internes seuls légèrement rosés par le neutralrot, et très réfringents, rendant l'estomac absolument opaque dans son ensemble. Leur aspect pourrait les faire prendre pour de la graisse dont les distinguent nettement leurs réactions chimiques et histologiques qui sont celles des albuminoïdes. Insolubles dans l'eau, ils résistent à l'action des acides, mais se dissolvent aisément dans les alcalis dilués. Sur les coupes, ils se montrent basophiles, prennent avec plus ou moins d'intensité l'hématoxyline ferrique, la safranine, le magenta, le bleu Unna.

En plus de ces globes albuminoïdes stomacaux, il existe chez *Hydatina* deux autres substances de réserve : la graisse et le glycogène. La première commence à apparaître

au bout de 1 heure et demie ou 2 heures, longtemps après les globules protéiques et sans doute à leurs dépens, bien que ceux-ci ne subissent pas une transformation directe : on voit dans la partie la plus externe de la cellule, en dehors d'eux et du noyau, apparaître de très fines gouttelettes graisseuses qui grossissent peu à peu et arrivent à constituer une couche unique de globules de taille variée, mais uniformément répartis sur toute la surface de l'estomac. Il s'en produit ensuite dans les organes les plus voisins, glandes gastriques, œsophage et intestin, vitellogène, où elle reste à l'état de très fines gouttelettes, plus rarement dans les autres organes. Le glycogène semble apparaître en même temps à peu près que la graisse; mais à l'inverse de celle-ci, il n'existe pas en quantité appréciable dans le tube digestif, tandis qu'on le décèle aisément, à l'état dissous, dans les renflements hypodermiques de l'organe rotateur, les muscles (dans le corps cellulaire plutôt que dans la fibre même), l'œuf en voie de formation, en dernier lieu dans les néphridies.

Si maintenant on soumet au jeûne l'animal en expérience, on voit les globes albuminoïdes de l'estomac disparaître en quelques heures : ils perdent leur réfringence caractéristique, se gonflent, puis diminuent de taille et redeviennent colorables par le neutralrot; au bout de 12 ou 15 heures il n'en reste plus et l'estomac est redevenu mince, transparent et incolore. Le glycogène disparaît à peu près en même temps. La graisse commence à se résorber seulement après eux : on voit les gouttelettes stomacales diminuer de taille, prendre une forme irrégulière et confluer dans chaque cellule en un amas unique sans forme définie, d'une réfringence particulière, qui finit lui-même par disparaître complètement; le processus entier dure 8 à 9 heures [1]. Celle des autres organes résiste longtemps à l'inanition. On peut en réalimentant l'animal faire reparaître toutes ces formations.

En résumé, l'organisme des Rotifères (des observations éparses sur un grand nombre d'espèces de familles diverses me permettent, dès à présent, de généraliser les résultats de l'étude suivie faite sur l'Hydatine) est capable de mettre en réserve chacune des trois grandes classes d'aliments, sous forme : 1° de globules protéiques confinés dans la paroi stomacale, réfringents, basophiles, vitalement colorables seulement pendant leur élaboration ou leur digestion; on peut les envisager aussi comme un stade de l'absorption, mais ils ne sont bien développés que chez les animaux très abondamment nourris; 2° de glycogène dans les organes autres que le tube digestif, surtout les plus actifs, et qui est lui aussi rapidement consommé pendant l'inanition; 3° de graisse, dans le tube digestif surtout, mais aussi dans les organes voisins, qui constitue une réserve plus stable et plus facile à reconnaître, et pour ce motif la seule qui eût été signalée jusqu'ici.

---

(1) Bien entendu ces durées sont extrêmement variables avec les conditions de l'expérience et ne sont indiquées que pour fixer les idées; elles se rapportent à des expériences faites à la température de 16°-17°.

PHYSIOLOGIE. — *Rôle de l'intestin dans la fibrinogenèse*. Note de MM. **M. Doyon**, **Cl. Gautier** et **A. Morel**, présentée par M. Dastre.

I. Mathews, Corin et Ansiaux ont localisé l'origine du fibrinogène dans l'intestin. Nous apportons des faits qui sont contraires à cette opinion. Ces faits sont les suivants :

1° L'ablation totale de l'intestin ne modifie pas la teneur du sang en fibrine. On constate cependant, en général, une augmentation de la teneur de cette substance dans le sang.

2° Chez un animal dont le sang a été défibriné, il se reforme de la fibrine malgré l'ablation de l'intestin.

Expériences.	Intervalle entre les deux prises.	Pour 1000g de sang artériel : Fibrine avant.	Fibrine après.		Eau avant.	Eau après.	
	h m	g	g	g			
1....	14	2,1	2,6	»	»	»	»
2....	10.30	1,5	1,8	»	»	»	»
3....	10.30	3,98	3,7	»	»	»	»
4....	7.35	4,54	4,96	»	786	789	»
5....	8.20	2,73	2,68	»	787	744	»
6....	6.45	3,30	3,10	»	804	810	»
7....	12	2,28	2,41	»	822	796	»
8....	11	2,51	2,92	»	778	752	»
9....	7	2,32	2,38	2,32	786	779	778
			3h après	7h après		3h après	7h après

Teneur du sang en fibrine après l'ablation de l'intestin chez le chien. — Dans chaque cas on a prélevé deux échantillons de sang exactement pesés, de 20g environ chacun. Un premier échantillon était prélevé, soit avant l'opération (nos **1**, **2**, **3**), soit immédiatement après (nos **4** à **9**); un second, le plus tard possible, lorsqu'il était manifeste que l'animal ne tarderait pas à succomber. Dans l'expérience **9** l'animal a été tué alors qu'il paraissait encore en excellent état; de plus, on a fait trois prises de sang à différents intervalles.

Expériences.	Avant la défibrination : Fibrine pour 1000g.	Eau pour 1000g.	Immédiatement après : Fibrine pour 1000g.	Eau pour 1000g.	Plusieurs heures après : Fibrine pour 1000g.	Eau pour 1000g.	Nombre d'heures après.
	g	g	g	g	g	g	h m
1.......	3	787	0,081	782	0,19	793	4.30
2.......	1,37	773	0,11	764	0,65	765	5

Expériences.	Avant la défibrination : Fibrine pour 1000g.	Eau pour 1000g.	Immédiatement après : Fibrine pour 1000g.	Eau pour 1000g.	Plusieurs heures après : Fibrine pour 1000g.	Eau pour 1000g.	Nombre d'heures après.
3.......	1,79g	784g	0,187g	761g	1g	782g	5h.45m
4.......	1,43	789	0,033	783	0,331	784	5.40
5.......	2,52	800	0,11	774	1,10	786	7.45
6.......	2,02	793	0,250	778	1,65	790	7.30

Régénération de la fibrine chez le chien défibriné et privé de son intestin. — L'intestin est excisé, puis le sang est défibriné suivant le procédé de Magendie et de Dastre. Ce procédé consiste à pratiquer des saignées successives, à défibriner le sang et à réinjecter le sang défibriné.

Dans chaque expérience on a prélevé trois échantillons de sang, exactement pesés, de 20g environ pour y doser la fibrine. Le premier échantillon était prélevé après l'extirpation de l'intestin, avant toute défibrination; le deuxième immédiatement après la défibrination; le troisième plusieurs heures après. Le sang recueilli après la défibrination est resté liquide, dans tous les cas; le sang recueilli plusieurs heures après la défibrination s'est pris en mare, sauf dans les expériences 1 et 4.

Nous avons pratiqué l'ablation de l'intestin non seulement chez le chien, mais aussi chez la grenouille. Chez la grenouille tout le tractus était réséqué de l'œsophage au cloaque, sauf cependant une très minime portion, privée de toute connexion vasculaire, où s'abouche le cholédoque. Les sujets ont été sacrifiés à des intervalles divers, un au bout de vingt-trois jours. Dans tous les cas le sang a coagulé totalement.

GÉOLOGIE. — *Les laves et les minéraux des volcans de la chaîne des Puys. Age et cause des éruptions.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, transmise par M. Michel Lévy.

On doit à M. Michel Lévy une étude remarquable sur la nature des laves émises par les volcans de la chaîne des Puys.

Ces laves sont très variées : elles oscillent des trachytes à 62 pour 100 de silice aux basaltes à 50 pour 100. Beaucoup de coulées miocènes sont encore plus basiques. Il existe tous les passages entre les andésites, les labradorites et les basaltes, qui sont généralement très feldspathiques; mais il existe aussi des types à pyroxène dominant. Certains types ont également une tendance marquée à la structure ophitique.

M. Michel Lévy a signalé l'existence du péridot microlitique dans toutes ces roches, sauf les basaltes. Les laves de la petite chaîne des Puys sont des basaltes, et des basaltes passant aux labradorites. Dans la chaîne des Puys les labradorites dominent, puis viennent les basaltes et les andésites. La plupart des volcans ont fourni plusieurs coulées superposées, atteignant jusqu'à 50^m de hauteur, souvent de nature différente, et alternant parfois avec des projections.

Les émissions basaltiques ont presque toujours précédé les émissions labradoriques ou andésitiques.

La Nugère, le Pariou, Laschamp, Lontegy ont donné d'abord des basaltes, puis des andésites.

Les Puys de Côme, Balmet, Montgy, Louchadière ont fourni des basaltes, puis des labradorites. Il y a eu rarement récurrence de basaltes.

Les laves de la Raviole vont des andésites aux basaltes. Presque tous les volcans du sud de la chaîne sont basaltiques (La Vache, Lassolas, Charmont, La Taupe, La Rodde, etc.).

Les *minéraux de fumerolles* les plus fréquents sont : le fer *oligiste*, la *martite* et la *magnétite*. J'ai eu la bonne fortune de trouver des minerais de cuivre (*ténorite*) et des minerais de plomb phosphaté (*pyromorphite*) et arséniaté (*mimétèse*). On recueille aussi assez fréquemment de la *biotite* et des *pyroxènes verts*.

M. Lacroix a signalé à Gravenoire une série très intéressante de silicates de fumerolles, comprenant notamment : *augite, augite œgyrinique, biotite, labrador, andésine, anorthose,* accompagnés d'*apatite, magnétite* et *pseudobrookite*.

Tous ces minéraux se retrouvent au Vésuve; ils résultent de l'action directe des fumerolles ou des minéralisateurs sur les roches arrachées de la profondeur.

Volume des produits émis. — J'ai fait le calcul approximatif des produits (projections et laves) émis par les volcans de la chaîne des Puys et de la petite chaîne des Puys.

Le *Puy de Dôme* est le roi de la première avec sa masse rocheuse de 550^m de haut, dont le volume peut être évalué à 400 millions de mètres cubes. Le *Puy de Côme*, qui est un des plus gros volcans à cratère, a émis 150 millions de mètres cubes de scories et plus de 350 millions de mètres cubes de laves.

Les coulées de la *Nugère* n'atteignent pas 100 millions et celles du *Pariou* 30 millions. Beaucoup de volcans n'ont donné que quelques milliers et, parfois, seulement quelques centaines de mètres cubes de lave.

La somme totale des laves émises se chiffre environ par 1 milliard 500 millions de mètres cubes et celle des projections par 5 milliards 500 mille. Il faut y ajouter la masse considérable des cendres rejetées, entraînées ensuite par l'eau et le vent, et dont on trouve de nombreux amas dans la région, à 10^{km} et 12^{km} des points éruptifs. La fertilité du sol de la Limagne est due, en partie, à ces cendres volcaniques, riches en phosphore. On est très au-dessous de la vérité en évaluant le volume de ces cendres à 1 milliard de mètres cubes. Le volume total des produits émis est donc environ de 8 milliards de mètres cubes.

L'œuvre de l'érosion. Sources. Glacières naturelles. — L'érosion a agi très différemment sur les deux versants de la chaîne. Tandis, en effet, que, sur le versant de la Sioule où la pente est faible, les coulées largement étalées de lave sont dans un état de fraîcheur remarquable, qui fait songer aux coulées des volcans actuels, sur le versant de la Limagne, les coulées, très encaissées dans de profondes vallées pliocènes, ont subi l'action destructive de torrents rapides qui les ont, en partie, démantelées et se sont creusé un nouveau lit en leur milieu ou à côté d'elles. Le fond du thalweg ancien a même été entamé à son extrémité dans la Limagne, de sorte que les coulées surplombent les terrains environnants quelquefois de plus de 10^{m}.

Sous les coulées, comme sous des tunnels, circulent des ruisseaux qui forment des *sources* remarquablement pures et fraîches à leur point d'émergence.

En maints endroits il se produit, durant les fortes chaleurs de l'été, et à ce moment seulement, un phénomène des plus curieux : celui de formation de la *glace*. J'ai déjà expliqué ici que cette production de glace était due à une montée de l'eau, par capillarité, dans la lave poreuse, et à une évaporation d'autant plus grande qu'il faisait plus chaud.

Age et cause des éruptions. — Les études de Croizet, Pomel, Pommerol et M. Boule, basées sur des documents paléontologiques et préhistoriques, permettent de penser que l'âge moyen des éruptions de la chaîne des Puys est *Quaternaire moyen*. Celles de la petite chaîne des Puys, étant un peu antérieures, doivent appartenir au *Quaternaire inférieur*. Enfin, les volcans domitiques ont dû s'édifier soit à la *fin du Pliocène*, soit au *début du Quaternaire*.

Si l'on veut bien se rappeler que la chaîne des Puys est installée sur un gradin élevé, au pied de la clef de voûte d'un pli anticlinal morcelé, que les volcans paraissent bien alignés sur des diaclases anciennes, il est permis de croire que l'activité volcanique dut être provoquée par le tassement des voussoirs des deux régions effondrées, situées en contre-bas, qui encadrent cette chaîne.

L'*activité éruptive se serait déplacée et peu à peu rapprochée de l'axe de l'anticlinal* depuis le Miocène jusqu'au Quaternaire.

J'ai calculé que, pour amener la sortie des 8 millards de mètres cubes

de matières rejetées par les volcans des Puys (projections et laves), il eût suffi d'un affaissement de 4^m de la région environnante, ce qui est peu de chose eu égard à la dénivellation totale produite par les failles, durant le Pliocène, puisque cette dernière se chiffre par plus de 500^m.

GÉOLOGIE. — *Sur les schistes et les quartzites graphitiques de Berric et sur leurs relations avec ceux du Morbihan, de Sarzeau-Guérande et de Belle-Ile* (¹). Note de M. **Pussenot**, présentée par M. Barrois.

Des environs de Berric partent vers l'Est deux bandes graphitiques.

La première se recourbe vers l'Est-Sud-Est au hameau de Saint-Jean et forme aux flancs des vallées qu'elle longe des ellipses allongées, noir bleuâtre et stériles. A partir de la ferme de Kerbodo (²), elle s'amincit graduellement et n'est bientôt plus représentée, dans les micaschistes de la ligne de faîte déchiquetée qui s'en va par le nord de Fogleux dans la direction de Saint-Dolay, que par des lits de quelques centimètres d'épaisseur conservant leur individualité.

La seconde, interrompue entre Kervily et la Grée-Bougerel par une traînée de granulite, s'amoindrit progressivement et disparaît aux environs de Tré. Sa réapparition est marquée par de minces couches dans le chemin qui relie le moulin et le hameau de Kerbrin. Au delà de ce point, elle s'étend parallèlement à la première en prenant peu à peu du développement, atteint sa plus grande puissance entre Péaule (³) et le Château et finit dans les schistes de la rive gauche de la Vilaine.

Une troisième dont l'apparition au jour en ligne droite est due à une faille réunit les deux premières entre Bézy et Libunin et prouve ainsi qu'elles appartiennent à un même niveau plissé en synclinal. C'est ce que confirme

(¹) Pour suivre cette étude, la feuille de Vannes et la feuille de Quiberon de la Carte géologique de France au $\frac{1}{80000}$ par M. Ch. Barrois sont indispensables.

(²) On observe là, à 500^m environ de la zone de contact d'une granulite, un très riche gisement de cristaux d'andalousite développés parallèlement aux feuillets du schiste. Les plus remarquables ont 3^{cm} de longueur et près de 2^{cm} de largeur; quelques-uns sont obliques.

(³) A Les Ponts affleure, au bord de la route, un micaschiste passant au gneiss, riche en fer magnétique, identique à celui qu'on exploite près de Saint-Jean pour l'entretien des routes.

d'ailleurs l'inclinaison des couches vers le Sud à Keredren et à la Grée-Trévolo (route de Berric à Questembert), vers le Nord à Brangolo et dans les environs. Ce pli a été envahi vers le Nord-Ouest, suivant son axe, par une traînée de granulite sous laquelle au delà mais non loin de Berric ses deux bords charbonneux se rejoignent ou finissent. C'est pour cette raison qu'on ne rencontre pas dans la direction de Pluvigner de lits graphitiques interstratifiés dans les multiples lambeaux micaschisteux comme à Locqmariaker ou à la Trinité, ou incorporés au magma granitique lui-même comme à Guérande.

Enfin, quelques affleurements peu riches mais assez larges s'observent entre Noyal-Muzillac et le sud de Bourgerel. Ils indiquent que les limites du niveau défini par le tracé précédent s'étendaient du côté de la voûte des Cornouailles.

Chacune des bandes est généralement composée de deux à quatre lits de $0^m,50$ à 6^m d'épaisseur, irrégulièrement espacés sur une largeur qui peut atteindre 150^m. Ces dispositions s'observent aisément à la Grée-Bourgerel, Lubinin, La Vallée, pour ne citer que les points dont l'accès est le plus facile.

Nulle part, dans ces lits, le graphite ne se rencontre en paillettes cristallines; mais on l'observe à tous les autres états, dans des espaces même restreints, soit avec son compagnon habituel, le fer, à divers degrés d'oxydation, soit associé aux éléments constituants des roches ou les pénétrant intimement. Tantôt il apparaît sous forme d'écailles gris de fer disposées entre les feuillets micaschisteux en lits minces dans le plan desquels, à la Grée-Bourgerel et à Bézy, se sont développés des cristaux d'andalousite épigénisés en damourite; tantôt il se montre en amas lenticulaires (le Château) de quelques décimètres d'épaisseur, noir grisâtre, micacés, argileux et compacts, rappelant les noyaux des bandes du Morbihan; tantôt enfin, et c'est là le cas le plus général, il colore en noir des quartzites massifs et uniformes.

En résumé, des lits de schistes graphitiques, de quartzites noirs et uniformes diversement groupés, forment dans les micaschistes ζ^2 de Berric un niveau unique intimement relié aux schistes de Saint-Dolay (phyllades de Saint-Lô, X).

Les bandes graphitiques de Berric et du Morbihan ont une structure identique, mais elle ne leur est pas spéciale, car on la retrouve sans modifications appréciables dans celles des schistes cristallins ζ^2 de Sarzeau-Guérande et dans celles des schistes X de Belle-Ile. Elle témoigne ainsi pour toutes d'un même mécanisme de formation.

La roche dominante dans les lits graphitiques de Sarzeau-Guérande et de Belle-Ile est un quartzite noir, à caractères lithologiques constants, en tous points semblable à celui de Berric. Cette analogie ne peut s'expli-

quer que par les effets d'une même cause, le métamorphisme, sur des sédiments de même composition chimique.

Les quartzites des lits du Morbihan, parfois bien développés, paraissent devoir être rangés à part à cause de l'état cristallin de leur graphite. Mais on observe aux environs de Brech, dans une roche de plus en plus granitoïde, toutes les variétés du minéral entre l'enduit charbonneux et la paillette flexible. C'est donc encore au métamorphisme qu'il faut attribuer son état spécial. Les quartzites dans lesquels il est disséminé doivent être considérés comme une variété de la roche dominante des lits précédents.

De ces relations de similitude ressort une partie des traits distinctifs de la région considérée, qui se présente alors de la manière suivante : Les micaschistes ζ^2 de Guérande-Sarzeau prolongés par les gneiss $\xi^2 y^1$ du Morbihan s'appuient directement contre le flanc Sud de la voûte des Cornouailles ; à quelques kilomètres de distance ceux de Berric prolongés par ceux de Meucon s'appuient directement contre le flanc Nord de la même voûte. Dans ces deux formations affleurent des bandes à structure identique et dans chacun des lits qui composent ces bandes, la roche dominante est un quartzite noir à caractères lithologiques constants.

Ce court exposé suffit pour montrer que les bandes graphitiques situées de part et d'autre de la voûte des Cornouailles marquent les affleurements des lambeaux d'un niveau unique.

Les quartzites de Belle-Ile appartiennent à ce niveau tant à cause de leurs caractères lithologiques et de leur structure, que de leurs gisements, alternant avec des bancs de quartz à séricite qu'on retrouve à Piriac où ils occupent la même position statigraphique.

Conclusions. — Les schistes et quartzites graphitiques qu'on observe de la rivière d'Etel à l'embouchure de la Loire et de Questembert à Belle-Ile sont les restes d'un même niveau dont les différentes couches s'intercalent et finissent, sur les bords de la Vilaine, dans les schistes de Saint-Dolay (Phyllades de Saint-Lô, X).

Les micaschistes et gneiss granulitiques ζ^2 et $\zeta^2 y^1$ qui les renferment sont donc bien des sédiments précambriens plus ou moins modifiés.

Quant au graphite, sa distribution par lits et ses variétés sans limites tranchées dans de nombreux affleurements prouvent qu'il ne peut avoir pour origine que des composés organiques disséminés dans les sédiments et diversement métamorphisés.

HYDROLOGIE. — *Sur les clues de Provence et sur les irrégularités des courbes d'équilibre des cours d'eau.* Note de M. E.-A. MARTEL, présentée par M. Albert Gaudry.

En matière d'érosion par l'eau courante, nul ne conteste plus que l'intensité de l'affouillement dépende à la fois et solidairement de la vitesse d'écoulement et de la nature des roches attaquées; on reconnaît que l'inégalité de résistance des divers terrains d'un thalweg peut faire obstacle à l'établissement régulier d'un profil d'équilibre continu; et il est même admis que les schistes tendres, par exemple, sont affouillés plus rapidement que les roches stratifiées ordinaires des calcaires.

L'étude des rivières torrentielles, effectuée, non pas par à peu près, depuis les rives ou berges, mais avec précision dans leur lit même, au milieu de l'eau et des manifestations variées qui entravent son travail, permet de bien confirmer la première des trois propositions ci-dessus, de généraliser considérablement la seconde et de tenir la troisième pour tout à fait inexacte.

C'est, du moins, ce qui résulte de mes recherches de 1905 et 1906 au fond de plusieurs *clues* ou cañons des Alpes-Maritimes, du Var et des Basses-Alpes.

Dans le grand cañon du Verdon (calcaires du Jurassique supérieur) la pente est de $7^{m},33$ pour 1000^{m} sur 21^{km} (de 603^{m} à 450^{m}), et le profil du lit très irrégulier (depuis les rapides en forme de cascatelles jusqu'aux bassins profonds de plusieurs mètres) (voir *Comptes rendus,* 5 mars 1906).

De même, le Var moyen, en zones calcaires et crétacées, est à la pente de 8^{m} pour 1000^{m} du confluent de la Vaire (pont de Gueydon, alt. 530^{m}) à celui de la Vésubie (alt. 140^{m}, distance 48^{km}), et son profil en long est très tourmenté.

Un peu plus haut, au contraire, dans les épais schistes rouges permiens argileux, tendres et très fissiles (étudiés par M. Léon Bertrand), le Var a creusé un défilé extraordinairement étroit (6^{m} à 9^{m}) et profond de 200^{m} : ce sont les gorges de Daluis, qu'on n'a pas bien décrites encore, parce qu'on ne peut les parcourir qu'en marchant dans l'eau du fleuve (durant un mois par an à peine, aux plus basses eaux d'août), et au grand risque d'y être noyé par le moindre orage. Le 14 septembre 1906, j'y ai trouvé, pour 5^{km} de longueur (entre 650^{m} et 750^{m} d'altitude), une pente de 20^{m} pour 1000^{m}, et un profil en long *remarquablement uniforme :* nulle part, l'eau n'a plus de 1^{m} de profondeur ; les marmites de géants, rapides, perforations, éboulis, etc., y font presque absolument défaut ; le contraste avec les accidents habituels au calcaire est tout à fait saisissant : malgré leur moindre dureté, la plus grande homogénéité des

schistes a abouti, de façon presque paradoxale, à une pente plus raide, c'est-à-dire à un creusement moindre que dans les calcaires immédiatement voisins.

Mêmes remarques pour les deux gorges du Cians, du reste beaucoup plus torrentielles encore : l'inférieure, dans les calcaires jurassiques et crétacés, s'abaisse de 200^m (550^m à 350^m d'altitude) pour 8^{km}, soit 25 pour 1000; la supérieure, dans les mêmes schistes rouges permiens que Daluis, descend de 600^m (1150^m à 550^m d'altitude) sur 8^{km} aussi, soit 75 pour 1000.

Ainsi, *le profil en long des clues du Var et du Cians est de deux et demie à trois fois plus accentué dans les schistes que dans les calcaires,* contrairement à ce que l'on enseigne actuellement.

On ne saurait, d'aucune manière, et pour considérer un tel résultat comme exceptionnel, invoquer des causes spéciales topographiques ; dans les clues en question toutes choses sont égales par ailleurs : leur situation dans le bassin moyen du cours d'eau, leurs distances de la source et de la mer, l'analogie de leurs débits et de leurs crues (Verdon, 6^{m^3} à 1400^{m^3} par seconde; Var, $3^{m^3},5$ à 1300^{m^3}; Cians, $3^{m^3},5$ à 1200^{m^3}), leurs altitudes communes aux environs de 500^m, etc., les rendent aussi comparables qu'il est permis de l'exiger.

La véritable explication est double et très simple : d'abord les calcaires, *fissurés en grand,* se débitent en volumineuses masses, dont les débris, entrechoqués et fragmentés dans leur transport, accroissent d'autant la force mécanique contondante de l'eau courante; ensuite le calcaire est, bien plus que le schiste, sensible à l'attaque chimique, ou corrosion, de l'eau toujours un peu chargée d'acide carbonique. La rapidité d'évolution d'un lit calcaire tant soit peu torrentiel est donc beaucoup plus considérable qu'on ne l'a cru jusqu'ici (voir *Comptes rendus*, 18 juin 1906) : dans une seconde exploration au fond du grand cañon du Verdon, nous avons, M. Janet et moi (août 1906), constaté des modifications surprenantes, aussi nombreuses que profondes, réalisées par les crues d'une seule année. J'ajouterai que les rapprochements suivants s'imposent :

Le Dr J.-W. Spencer a tout récemment prouvé (1900-1905) qu'au Niagara, le recul de la chute canadienne est dû, non pas uniquement à la sape régressive des schistes et grès tendres du pied de la cataracte, mais encore à l'érosion directe des calcaires durs et fissurés du sommet de la chute.

Le professeur L. de Marchi vient d'accumuler les preuves, dans un travail (1905) sur les cours d'eau des collines Euganéennes (près Padoue), des irrégularités extrêmes des profils en long et en travers des cours d'eau, selon que les terrains traversés sont homogènes ou hétérogènes.

Enfin, de toutes nouvelles études sur le lit et les crues du Nil démontrent aussi combien la courbe du fond de ce fleuve est encore loin de son aplanissement.

Tout cela concorde singulièrement pour établir : 1° que les schistes, même tendres, peuvent résister à l'érosion plus longtemps que les calcaires durs et fissurés; 2° que les cours d'eau y acquièrent un profil en long bien moins accidenté, même s'il est plus raide; 3° que les bosses, imposées à la courbe idéale d'équilibre (en cours de régularisation) des cours d'eau par la diversité des terrains, sont plus fortes et plus persistantes encore qu'on ne le pense, et constituent une règle plutôt qu'une exception; 4° et qu'en conséquence l'approfondissement, en amont des bosses surtout, se poursuit toujours très activement, ce qui empêche, accessoirement et absolument, de croire à l'arrêt actuel du creusement des vallées.

Il importerait de tenir compte de ces particularités, pour la pratique et la technique des barrages, digues, quais, piles de pont, batardeaux, fondations d'usines hydrauliques, écluses, etc., et autres ouvrages exposés à l'action érosive des cours d'eau.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la diminution de l'intensite du champ magnétique terrestre en fonction de l'altitude, dans le massif du mont Blanc.* Note (¹) de M. A. SENOUQUE, présentée par M. Janssen.

J'avais à ma disposition les boussoles de déclinaison et d'inclinaison ayant servi autrefois à M. d'Abbadie, dans ses campagnes magnétiques. Les résultats de mes observations sont consignés dans le Tableau ci-dessous.

Toutes ces observations ont été corrigées de la variation diurne et ramenées au 1er septembre 1906.

Valeurs absolues des éléments magnétiques au 1er *septembre* 1906.

Stations.	Altitude.	Longitude E.	Latitude N.	Déclinaison occidentale.	Inclinaison.	Composante horizontale.	Composante verticale.	Force totale.
	m	° ′ ″	° ′ ″	° ′	° ′			
Domancy (?)	[illegible]	4.19.38	45.54.51	[illegible]	[illegible]	[illegible] (²)	0,39938	0,45276
Vallorcine.......	1300	34.20	46. 1.24	11.55,0	56,5	0,21288 (²)	0,39940	0,45260
Pierre-Pointue..	2100	32.12	45.53.20	»	49,4	0,21335 (²)	0,39828	0,45184
Grands-Mulets...	3000	31.30	52. 3	»	50,4	0,21315 (²)	0,39819	0,45162
Petit-Plateau ...	3700	31. 7	51. 4	»	48,9	0,21312	0,39769	0,45121
Mont Blanc.....	4800	31.40	49.21	11.58,1	48,9	0,21300	0,39748	0,45097

(¹) Présentée dans la séance du 25 février 1907.
(²) Moyenne de deux mesures.

En connaissant les valeurs théoriques des éléments magnétiques de chaque station et en les comparant aux valeurs données par les observations, on peut reconnaître la grandeur des anomalies locales et voir si ces anomalies sont dues aux différences d'altitude des stations. Ces valeurs théoriques peuvent être calculées quand on connaît la position géographique des stations et les variations des éléments magnétiques pour un déplacement de 1° en longitude et en latitude. Le Tableau suivant donne, pour la composante horizontale, les valeurs calculées, les valeurs observées et les différences de ces valeurs dans le sens observation-calcul.

	Composante horizontale		
	calculée.	observée.	Δ.
Domancy	0,21320	0,21329	+ 0,00009
Vallorcine	0,21288	0,21288	0,00000
Pierre-Pointue	0,21345	0,21335	— 0,00010
Grands-Mulets	0,21354	0,21315	— 0,00039
Petit-Plateau.......	0,21361	0,21312	— 0,00049
Mont Blanc	0,21375	0,21300	— 0,00075

J'ai supposé que les différences Δ étaient produites par les différences d'altitude des stations d'observation et j'ai tracé un graphique (*fig.* 1) sur lequel les Δ sont portés en abscisses et les altitudes en ordonnées. Les points obtenus sont situés de part et d'autre d'une droite que l'on peut considérer comme représentant la loi de la décroissance de la composante horizontale en fonction de l'altitude. Cette droite montre que pour une augmentation d'altitude de 1000^m la décroissance de la composante horizontale est 0,00021.

On a fait de même pour l'inclinaison et l'on a établi le Tableau suivant :

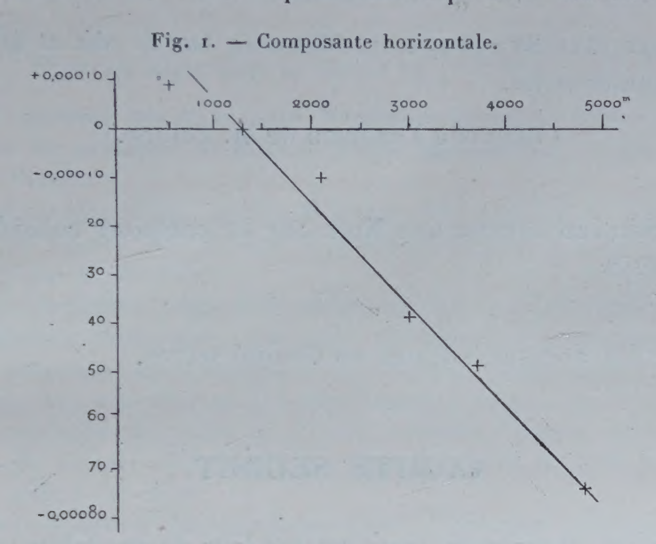
	Inclinaison		
	calculée.	observée.	Δ.
Domancy.............	61°.53',0	61°.53',7	+ 0,7
Vallorcine............	56,5	56,5	0,0
Pierre-Pointue.........	49,8	49,4	— 0,4
Grands-Mulets.........	48,9	50,4	+ 1,5
Petit-Plateau..........	48,1	48,9	+ 0,8
Mont Blanc............	46,6	48,9	+ 2,3

Sur le graphique (*fig.* 2) j'ai porté les différences Δ en abscisses et les altitudes des stations en ordonnées. Les points obtenus indiquent une faible augmentation de l'inclinaison avec l'altitude à raison de 0',5 par

1000^m. Cette augmentation semble montrer que les lignes de force du champ magnétique terrestre divergent de plus en plus quand on s'éloigne du centre de la Terre.

En répétant les mêmes calculs pour la composante verticale et pour la

Fig. 1. — Composante horizontale.



force totale, on constate que ces deux forces diminuent quand l'altitude augmente. On a pour la première une variation de 0,00027 et, pour la seconde, 0,00034, pour une différence de niveau de 1000^m. La diminution de la force totale est inférieure à la diminution théorique, égale à 0,00021,

Fig. 2. — Inclinaison.

si l'on admet que le champ terrestre équivaut, en grande partie, à celui d'un aimant de petites dimensions placé au centre de la Terre.

Il est probable que les variations des éléments magnétiques que j'ai pu constater dans le massif du Mont Blanc sont dues à la diminution réelle du champ terrestre, car il est difficile d'admettre que des anomalies locales

puissent se faire sentir d'une façon aussi régulière en des lieux distants de plus de 20^{km} où les instruments étaient installés soit sur le glacier, soit sur des rochers de nature différente.

M. **Georges Hyvert** adresse un Mémoire *Sur le rôle et la mesure des poussières dans les mines*.

(Renvoi à l'examen de M. Zeiller.)

M. **Béla Szilárd** adresse une Note *Sur les composés colloïdaux des éléments radioactifs*.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, vacante par le décès de M. *Brouardel*, présente la liste suivante :

En première ligne	M. **J. Tannery**.
En seconde ligne, par ordre alphabétique . . .	MM. **J. Carpentier**. **Cornil**. **L. Teisserenc de Bort**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 février 1907.

Traité du Paludisme, par A. Laveran, Membre de l'Institut; 58 figures dans le texte et une planche en couleurs; 2e édition. Paris, Masson et Cie, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Genera Insectorum, dirigé par P. Wytsman; 53e fascicule : *Coleoptera. Fam. Lampyridæ,* par Ernest Olivier; avec 3 planches coloriées. Bruxelles, 1907; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Bouvier.)

Invasions des Acridiens, vulgo *Sauterelles, en Algérie,* par J. Künckel d'Herculais; t. I. Alger-Mustapha, 1893-1905; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Aperçu philosophique sur l'éducation populaire en France de 1870 *à* 1905, *pour servir d'introduction aux œuvres de* Lucien Cazals. Toulouse, 1905; 1 fasc. in-12.

Statistique sanitaire des villes de France pendant l'année 1905 *et Tableaux récapitulatifs des années* 1886 *à* 1905; 20e année; publiée par le Ministère de l'Intérieur. Melun, 1906; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; 106e année, t. CI, n° 1. Paris, au siège de la Société, 1907; 1 fasc. in-4°.

Revue de Mécanique, publiée sous la direction de M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut; t. XX, n° 1, 31 janvier 1907. Paris, H. Dunod et E. Pinat; 1 fasc. in-4°.

Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice, pendant les années 1904 *et* 1905; résumé, par R. Gautier et H. Duaime. Genève, 1906; 2 fasc. in-8°.

Résumé météorologique de l'année 1905 *pour Genève et le Grand Saint-Bernard,* par R. Gautier. Genève, 1906; 1 fasc. in-8°.

Astronomische Beobachtungen an der k. k. Sternwarte zu Prag in den Jahren 1900-1904; auf öffentliche Kosten herausgegeben von Prof. Dr L. Weinek; mit 10 Tafeln und 25 Abbildungen im Texte. Prague, 1907; 1 vol.

Kulturelle Bedeutung der Wasserwirtschaft und Entwicklung der Wasserwirtschaft in Preussen. Rede von dem zeitigen Rektor der königlichen Technischen Hochschule zu Berlin, Grantz. Berlin, 1907; 1 fasc. in-4°.

Señales electricas de alarma para la previsión de inundaciones, por Don Ramon Martinez de Campos. Murcie, 1907; 1 fasc. in-12.

Vorträge über die Entwicklungsgeschichte der Chemie von Lavoisier bis zur Gegenwart, von A. Landenburg; vierte vermehrte und verbesserte Auflage. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage des éditeurs.)

Aërial locomotion with a few notes of progress in the construction of an aërodrome, by Alexander Graham Bell. Washington, 1907; 1 fasc. in-8°.

Almanaque náutico para el año 1908, *calculado de orden de la superioridad en*

el Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. San Fernando, 1906; 1 vol. in-4°.

Carnegie Institution of Washington. Year Book, n° 5, 1905. Washington, 1907; 1 vol. in-8°.

Transactions of the Royal Society of Edinburgh; t. XLI, part 3, for the session 1904-1905; t. XLV, part 1, for the session 1905-1906. Edimbourg, 1906; 2 vol. in-4°.

Journal and proceedings of the Royal Society of New South Wales; t. XXXIX, 1905. Londres, 1905; 1 vol. in-8°.

The University of Colorado studies; t. IV, number 1. Boulder, Colo., 1906; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Tome CXLIII, Séance du 24 décembre 1906.)

Note de M. *Béla Szilárd,* Sur un composé colloïdal de thorium avec de l'uranium :

Page 1146, ligne 9 en remontant, *au lieu de* il est, *lisez* s'il est.

Page 1147, ligne 18, *au lieu de* Il se dissout, *lisez* Il ne se dissout pas.

(Tome CXLIV, Séance du 18 février 1907.)

Note de M. *Albert Fournier,* Note concernant la recherche de l'or par la voie humide dans les sables aurifères :

Page 379, ligne 1, *au lieu de* le sable, *lisez* les sables.

Même page, ligne 12, *au lieu de* le sable, *lisez* ces sables.

Page 380, ligne 4, *au lieu de* après agitation rigoureuse, *lisez* après agitation vigoureuse.

Même page, ligne 15, *au lieu de* y compris la silice soluble, *lisez* y compris la silice demeurée soluble.

Même page, ligne 14, en remontant, *au lieu de* l'action de AzO^3Hg, *lisez* l'action de AzO^3Ag.

Même page, ligne 13, en remontant, *au lieu de* à HCl pur, *lisez* à l'attaque de HCl pur.

Même page, ligne 5 en remontant, *au lieu de* capable de déceler 29^g d'or, *lisez* capable de déceler 2^g d'or.

Page 381, lignes 1 et 2, *au lieu de* au point de vue de la certitude du résultat, *lisez* au point de vue de la certitude du résultat pondéral.